



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



NIVELES DE ARSÉNICO Y GRADO DE CONOCIMIENTO EN EL
MANEJO DEL AGUA DE CONSUMO DE POZOS ARTESANALES
EN FAMILIAS DEL DISTRITO DE KUNTURKANKI-CANAS-
CUSCO

TESIS

PRESENTADA POR:

RUSWEL CRISTHIAN CHOQUENAIRA CONDORI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

*A Dios, quien como guía estuvo presente en el camino de mi vida, dándome
fuerzas para continuar con mis metas trazadas.*

*A mis padres Máximo y Valeria quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han
permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de
esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.*

*A mis abuelitas Paola y Asunta quien con su bendición me proteja y me lleve por
el camino el bien.*

*A hermanas Celia y Judith por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este
proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.*

*A hermanos Renso y Cristofer porque con sus oraciones, consejos y palabras de
aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en
todos mis sueños y metas.*

*A mi hija Luciana porque es mi más gran tesoro y motivación de mi vida, que
cada vez que la veo, me doy cuenta que estoy frente a los retratos vivos de su madre y el
mío, al mismo tiempo siento más ganas de trabajar
y seguir con el objetivo de alcanzar metas exitosas.*

Ruswel Cristhian Choquenaira Condori.



AGRADECIMIENTOS

Al alma mater Universidad Nacional del Altiplano, y a la Gloriosa Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; por brindarme la oportunidad de estudiar y obtener las bases y elementos en la enseñanza de esta bella profesión.

A los Centros Experimentales la Raya y Chuquibambilla y a todo su personal que labora en esta institución, por la ayuda recibida, tanto técnica como humana, en donde obtuve un gran conocimiento.

Agradezco al director de Tesis Dr. Julio Málaga Apaza, por su paciencia, disponibilidad y generosidad para compartir su experiencia y amplio conocimiento, que con su sabiduría la colaboración fue efectiva en el proceso de investigación.

Agradezco a todos los docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Nacional del Altiplano.

Al mejor amigo Héctor Raúl Condori Ch. que me acompañó a lo largo de la vida estudiantil, gracias por todo cuanto has hecho y haces por mi brindándome tu amistad, y apoyo incondicional, gracias por los consejos y la orientación.

Y, por supuesto, el agradecimiento más profundo a mi familia sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar a cabo la ejecución de tesis.

Ruswel Cristhian Choquenaira Condori



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
1.1.1. Objetivo general	13
1.1.2. Objetivos específicos	14
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. Marco teórico	15
2.2. Metales tóxicos en el ambiente	16
2.3. Metales en agua como indicadores de contaminación ambiental.	17
2.4. Tecnologías para eliminación de arsénico en aguas subterráneas	17
2.5. Arsénico	19
2.5.1 Arsénico en el agua según OMS.....	20
2.5.2 Arsénico como tóxico.....	21
2.5.3. Transporte de arsénico.....	22
2.6. Espectrofotometría de absorción atómica.	23
2.7. Nivel de conocimiento	23
2.7.1. Definiciones.....	23
2.8. La encuesta.....	26
2.8.1. La encuesta como procedimiento	26
2.8.2. Planteamiento de preguntas	27



2.9. Antecedentes	28
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. Ubicación del lugar de estudio	37
3.2. Material de estudio	39
3.2.1 Tamaño muestral	39
3.3. Metodología	40
3.3.1. Recolección de muestras	40
3.3.2. Reactivos.	40
3.3.3. Materiales.	41
3.3.4. Equipos.	41
3.3.5. Procedimiento	41
3.4. La encuesta.....	42
3.4.1. Caracterización de la población a encuestar.....	42
3.4.2. Elaboración de la encuesta	42
3.4.3. Aplicación de la encuesta	43
3.5. Método estadístico.	43
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. Niveles de arsénico	44
4.1.1. Según comunidad	44
4.1.2. Según zonas de ubicación.....	46
4.2. Grado de conocimientos de las familias.....	48
V. CONCLUSIONES	56
VI. RECOMENDACIONES	57
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXOS	68

Área: Salud pública

Tema: Arsénico en aguas de pozos artesanales

FECHA DE SUSTENTACION: 19 de abril de 2022



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Límites máximos permisible de arsénico y plomo.	19
Tabla 2: Número de muestras del agua y número de familias encuestados.	39
Tabla 3: Niveles de arsénico (mg/lit) en el agua de consumo de pozos artesanales según comunidad	44
Tabla 4: Valores de arsénico (mg) en el agua de consumo humano de pozos artesanales según zonas de ubicación.....	46
Tabla 5: Preguntas y frecuencia de respuestas sobre el grado de conocimiento en familias de las comunidades del distrito de kunkturkanki.	49
Tabla 6: Preguntas y frecuencia de respuestas sobre el nivel de actitudes en familias de las comunidades del distrito de kunkturkanki.	54



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Niveles de arsénico en agua de consumo en pozos artesanales	44
Figura 2: Concentración de arsénico en el agua de consumo humano en familias de las comunidades Hanansaya Ccollana y Pumathalla.....	47



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

OMS	: Organización Mundial de la Salud
SENASA	: Servicio Nacional de Sanidad Agraria
FAO	: Organización para la Alimentación y la Agricultura, por sus siglas en inglés (Food and Agriculture Organization).
NRC	: Consejo Nacional de Investigación (por sus siglas en inglés)
EPA	: Protección Medio Ambiental de Estados Unidos
µg/kg	: Microgramos por kilogramo
mg/kg	: Miligramo por kilogramo
µg/L	: Microgramo por litro
As	: Arsénico
EPA	: Agencia de Protección Ambiental
NOM	: Norma Oficial Mexicana
UI	: Unidad Internacional
UE	: Unión Europea.
Ppb	: Partes por billón
Abs	: Absorbancia
ECC	: Comisión de las Comunidades Europeas.
EAA	: Espectrofotometría de Absorción Atómica
SNC	: Sistema Nervioso Central
IARC	: International Agency for Research on Cancer
IUPAC	: Unión Internacional de Química Pura y Aplicada
N	: Tamaño de muestra
D.S.	: Desviación Estándar
V.E.	: Valores extremos
mL	: Mililitros



RESUMEN

Los pozos artesanales, en comunidades de Hanansaya Ccollana y Pumathalla del distrito de kunkturkanki - Canas sostienen a muchas generaciones de familias en proveer agua de consumo; por ello, se determinaron concentración de arsénico en el agua de consumo humano de pozos artesanales y evaluar el grado de conocimiento sobre el manejo del agua de pozos. Se recolectaron 34 muestras de agua en frascos estériles de polietileno, 17 muestras de cada comunidad, 8 de zona seco y 9 de bofedal, debidamente rotulados con su respectiva identificación; estos se enviaron al laboratorio de la Unidad de Servicios de Análisis Químicos de la Facultad de Ingeniería Química – Universidad Nacional Mayor San Marcos - Lima, donde fue analizado utilizando la técnica de absorción atómica con horno de grafito. Para el grado de conocimiento se aplicó a 34 encuestas, 11 preguntas sobre contaminación con arsénico y 7 sobre el manejo del agua, con respuesta múltiple a escala de calificación de Liker. Los datos de arsénico se procesaron mediante diseño completamente al azar y los promedios mediante tukey $\alpha=0.05$. Los resultados de la concentración de arsénico fue 0.0296 mg de As/lit y 0.0265 mg de As/lit de agua en comunidades de Hanansaya y Pumatalla, respectivamente ($p>0.05$); y en pozos de ubicación húmedas fue 0.0212 mg de As/lit de agua y de ubicación seco 0.0358 mg de As/lit de agua ($p<0.05$). En las preguntas desde 1 al 11 sobre conocimiento en contaminación con arsénico respondieron de que **conocen**, en 11.76, 50.0, 58.82, 53.88, 67.65, 50.0, 58.82, 61.76, 55.88, 0.0 y 47.06 %; y el resto de los usuarios **conoce poco ó no conoce**. Respecto al manejo del agua, a las preguntas 2 y 7 respondieron **no adecuado** (NA); mientras en las 5 preguntas sobre actitudes las respuestas fueron de calificación adecuado (A). En conclusión, el conocimiento obtenido alcanza un valioso aporte para evitar riesgos de contaminación con arsénico en la salud humana.

PALABRAS CLAVES: Agua, Arsénico, Comunidades, Pozos artesanales.



ABSTRACT

The artisanal wells, in the Hanansaya Ccollana and Pumathalla communities of the Kunturkanki - Canas district, sustain many generations of families by providing drinking water; Therefore, the concentration of arsenic in the water for human consumption from artisanal wells was determined and the degree of knowledge about the management of well water was evaluated. 34 water samples were collected in sterile polyethylene bottles, 17 samples from each community, 8 from the dry land and 9 from bofedal, duly labeled with their respective identification; these were sent to the laboratory of the Chemical Analysis Services Unit of the Faculty of Chemical Engineering - Universidad Nacional Mayor San Marcos - Lima, where it was analyzed using the graphite furnace atomic absorption technique. For the degree of knowledge, 34 surveys were applied, 11 questions on arsenic contamination and 7 on water management, with multiple responses on a Liker rating scale. The arsenic data was processed using a completely random design and the averages using tukey $\alpha=0.05$. The results of the arsenic concentration was 0.0296 mg As/lt and 0.0265 mg As/lt of water in the communities of Hanansaya and Pumathalla, respectively ($p>0.05$); and in wet location wells it was 0.0212 mg of As/lt of water and in dry location 0.0358 mg of As/lt of water ($p<0.05$). In questions from 1 to 11 about knowledge of arsenic contamination, they answered that they know, in 11.76, 50.0, 58.82, 53.88, 67.65, 50.0, 58.82, 61.76, 55.88, 0.0 and 47.06%; and the rest of the users know little or nothing. Regarding water management, to questions 2 and 7 they answered not adequate (NA); while in the 5 questions about attitudes the answers were of adequate qualification (A). In conclusion, the knowledge obtained reaches a valuable contribution to avoid risks of arsenic contamination in human health.

KEY WORDS: Water, Arsenic, Communities, Artisanal Wells.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La contaminación, con metales pesados puede traer consecuencias graves de salud y seguridad alimentaria. La contaminación ambiental por metales pesados producida por la industria y el crecimiento urbano afecta el aire, agua, y suelos (Haiyan, 2003); pudiéndose acumular a largos plazos en niveles tóxicos en los suelos, donde permanece por largos periodos debido a que no son degradados y pueden biotransformarse en la cadena alimentaria (ATSDR, 2007) esta acumulación puede provocar grandes trastornos de salud en la población humana en donde los metales pesados como el plomo y arsénico, pueden ocasionar alteraciones a nivel del Sistema Nervioso Central, alteraciones dérmicas, cardiovascular, respiratorio, gastrointestinal y renal, así como alteraciones citogenéticas e inmunológicas y en el sistema reproductor.

La presencia de arsénico constituye uno de los grandes problemas en la contaminación del agua. La actividad biológica y actividades volcánicas, las actividades realizadas por el hombre son responsables de la contaminación de arsénico al medio ambiente (Reimer, 1989). Entre estos riesgos destaca la exposición a arsénico, por aguas de consumo y secundariamente por vía inhalatoria (Álvarez, et al. 2001).

El arsénico es el vigésimo elemento más común en la naturaleza, se distribuye ampliamente por toda la corteza terrestre y se encuentra comúnmente en la atmósfera, los suelos, las rocas, los organismos y el agua natural (Smedley & Kinniburgh, 2002), por otro lado, está clasificado como uno de los elementos químicos más tóxicos y cancerígenos debido a su alta toxicidad en bajas concentraciones (G. Huang *et al.*, 2014),



la ingesta directa de agua potable contaminada con As. (Shakoor *et al.*, 2017), y la exposición a largo plazo al agua potable puede causar diversos efectos adversos para la salud como cáncer de piel, muchas otras enfermedades cardiovasculares, gastrointestinales, diabetes mellitus, reproductivos y embarazo, neurológicas, hematológicas, renales y respiratorias, así como cáncer de pulmón, vejiga, hígado, riñón, próstata e hiperqueratosis dérmica, siendo el último el más común (Chakraborti *et al.*, 2017).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) (WHO, 2011) en vista de los efectos nocivos de la exposición crónica al arsénico, tales como lesiones en piel, alteraciones metabólicas y neurológicas, y el desarrollo de algunos cánceres como pulmón, piel, renal, vejiga y otros, ha establecido como límite máximo permisible de arsénico en el agua potable el valor de 10 $\mu\text{g/L}$ ó 0,01 mg/L.

El arsénico produce intoxicación por combinación con los grupos sulfhidrido de las enzimas, interfiriendo de esta manera con el metabolismo celular al desacoplar la fosforilación oxidativa; como pertenece al mismo grupo que el fósforo, lo sustituye en el proceso de formación de Trifosfato de Adenosina (ATP), debido a que el compuesto resultante es inestable se regenera logrando un efecto desacoplante muy efectivo (Flores y Pérez, 2009). Ha establecido como máxima concentración de arsénico en agua para consumo humano de 0.01 mg/L y las normas de calidad de agua subterránea el máximo es de 0.05 mg/L con previo tratamiento para consumo humano, por encima del cual no sería adecuada para el consumo humano, ya que cantidades superiores produce cáncer y otras malformaciones del organismo humano (OMS, 2005).



La encuesta es un instrumento que se utiliza para la obtención de información en forma sistemática; consiste en que el investigador pregunta a los investigados sobre el tema de interés que desea obtener, y posteriormente reúne los datos individuales para procesar y evaluar la situación del problema investigado. Con este instrumento se trata de obtener, de una forma sistemática y ordenada, la información sobre las variables que intervienen en un proceso de investigación, para lo cual se requiere determinar una muestra representativa. Esta información hace referencia a lo que las personas son, hacen, piensan, opinan, sienten, esperan, desean, quieren u odian, aprueban o desaprueban, o los motivos de sus actos, opiniones y actitudes (Visauta, 1989).

Hasta el momento no existe investigaciones sobre niveles de arsénico en el agua de pozos artesanales de consumo humano, que las familias de muchas generaciones se abastecieron de estas fuentes de agua en las comunidades del distrito de kunkturkanki; ya que los resultados del presente trabajo de investigación, se utilizará para sensibilizar a la población de la zona con fines de planificar, vigilar e implementar acciones preventivas sobre la presencia del metal pesado, y evitar el riesgo para la salud.

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. Objetivo general

Determinar niveles de arsénico en agua de consumo humano de pozos artesanales y grado de conocimiento sobre manejo del agua de consumo humano en familias de comunidades del distrito de kunkturkanqui – Canas – Cuzco.



1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar los niveles de Arsénico en agua del consumo humano de pozos artesanales de las familias de comunidades de Hanansaya Collana y Pumatalla distrito de Kunturkanqui – Canas - Cuzco.
- Evaluar el grado de conocimiento, en el manejo del agua de consumo en familias de comunidades de Hanansaya Collana y Pumatalla del distrito de Kunturkanqui - Canas - Cuzco.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

Los metales pesados son elementos que producen toxicidad, son de densidad baja, los cuales poseen peso atómico de 63.5 y 200.6 g mol⁻¹, y densidad mayor a 5 g cm⁻³ considerando al Cd, Pb, As, Hg y Cr, como de mayor toxicidad. Sin embargo, existen otros que aun que tienen funciones metabólicas, al ser ingeridos en mayores proporciones que las permitidas, se vuelven tóxicos, tal es el caso del Zn, Co, Ni, Cu y Se (Kabata-Pendias, 2000; Turdean *et al.*, 2011).

La exposición prolongada y con bio-acumulación de metales pesados resulta muy riesgoso en salud pública. Dependiendo del tipo de metal o metaloide, se producen afecciones que van desde daños en órganos vitales hasta desarrollos cancerígenos (Combariza, 2009; Nava y Méndez, 2011).

El estudio de metales pesados para la población es de gran interés debido a que la presencia de estos en el ambiente como en los alimentos poseen efectos negativos en la salud del ser humano, de los animales y en la agricultura; ciertos metales pesados han sido encontrados en los alimentos los cuales provienen de diversas fuentes como: suelo contaminado, fertilizantes químicos y plaguicidas; la existencia de estos metales en alimentos, constituye gran importancia, debido a los daños que pueden ocasionar en la salud ya que regularmente se presentan en forma asintomática (Calderón y Maldonado, 2008).



Los metales venenosos en los alimentos han cobrado importancia por la toxicidad y a la capacidad de bioacumulación en el organismo humano. Su aparición en los productos de origen animal, es el paso previo al consumo y acumulación en el hombre, como último eslabón de la cadena alimenticia (Gonzales, 2009).

2.2. Metales tóxicos en el ambiente

Los metales tóxicos se ubican como componentes naturales de la corteza terrestre, en forma de sales u otros compuestos. No pueden ser degradados o destruidos fácilmente de forma natural o biológica, ya que no tienen funciones metabólicas específicas para los seres vivos (Abollino *et al.*, 2002).

Así mismo los desarrollos industriales propiciados por la industria metalúrgica, de fundición, minera y las actividades antropogénicas (humanas) son las principales emisoras al ambiente de gases y cenizas con abundantes cantidades de metales pesados, que han ocasionado un paulatino aumento puntual de dichas concentraciones en los diferentes componentes del suelo (Singh *et al.*, 2010)

La contaminación por metales pesados se puede producir de forma natural en fenómenos como: actividad volcánica, procesos de erosión, escapes espontáneos de depósitos profundos y superficiales (Burger y Pose, 2010).

Tomando en cuenta que estas aguas acumulan diversos compuestos tóxicos, dependiendo de las actividades asociadas a los diferentes afluentes, ocasionando contaminación de los suelos irrigados con estas El tiempo de



irrigación de los suelos con aguas residuales contribuye a la elevada acumulación de metales, ya que suelos con 40 y 100 años de recibir aguas residuales muestran incrementos en el nivel de metales pesados, donde los valores pueden encontrarse por encima de los límites permitidos y en consecuencia los cultivos como el de alfalfa, arroz, maíz, trigo y hortalizas se mostraron altamente contaminados (Vázquez *et al.*, 2001).

2.3. Metales en agua como indicadores de contaminación ambiental.

Los metales que superan los límites permitidos pueden causar efectos tóxicos; lo cual, depende de la cantidad, la forma química del metal en el alimento, la concentración del As y la sinergia, y del antagonismo de sus efectos con otros elementos químicos. Estos metales están relacionados con la contaminación industrial, minera, agrícola y ganadera. Así, podrían citarse elevados niveles de plomo, cadmio, mercurio, y otros metales en zonas de actividad siderúrgica; también, en áreas circundantes a las centrales térmicas de carbón, en zonas de gran extracción minera, en las proximidades de autopistas y en vías con gran afluencia de vehículos en ciudades de gran concentración de automóviles y plantas industriales. También la utilización indiscriminada de fertilizantes usados en la agricultura o el uso de purines como fertilizantes proveen de algunos metales que se incorporan a los vegetales entrando con ello en la cadena trófica (González, 2009).

2.4. Tecnologías para eliminación de arsénico en aguas subterráneas

El procedimiento para eliminar arsénico, se basa en la oxidación, coagulación, floculación, filtración, coprecipitación y adsorción. Otras tecnologías de eliminación de



arsénico incluyen el intercambio iónico, la alúmina activada, la ósmosis inversa y la electrólisis (Bundschuh *et al.*, 2010). Existen nuevas tecnologías que se emplean para eliminar arsénico del agua, mediante la oxidación, la precipitación, la coagulación y la filtración, la adsorción, el intercambio iónico y la filtración de membrana, como la ósmosis inversa. Cada uno de los procesos tecnológicos nuevos y antiguos tiene sus ventajas y desventajas de un punto de vista que hacen que la elección o seleccionar un procesamiento adecuado (Bundschuh *et al.*, 2012). Actualmente hay varias tecnologías disponibles para eliminar el arsénico del agua, como el intercambio iónico (Kim & Benjamín, 2004), la coagulación (coprecipitación) (Zouboulis & Katsoyiannis, 2002), la ósmosis inversa (Ning, 2002), la biorremediación (Gihring, Druschel, McCleskey, Hamers, & Banfield, 2001) y la adsorción (Zhang, Lin, Chen, & Gao, 2007).

Se ha propuesto que la adsorción es una de las mejores opciones para eliminar arsénico (V), debido a su bajo costo, buen rendimiento y la generación de desechos relativamente baja (Türk & Alp, 2014). El grado de contaminación del agua va en aumento debido al incremento de la población a nivel mundial, que crece a una tasa aproximada del 1.2% anual, generando mayor acumulo de metales pesados en las tierras irrigadas con aguas residuales (FAO, 2013).

En el suelo, los metales pesados, pueden estar presentes como iones libres o disponibles, compuestos de sales metálicas solubles o bien, compuestos insolubles o parcialmente solubilizables como óxidos, carbonatos e hidróxidos (Pineda, 2004).

En estudios de monitoreo de la calidad de agua en la región, DIGESA Tacna ha dosado niveles elevados de arsénico en el agua de consumo humano de las piletas

domiciliarias de hasta cuatro veces el valor permitido por la legislación peruana y OMS, estableciendo como fuente principal de la contaminación del agua potable con arsénico la disolución de minerales y minas de origen natural, siendo la vía de contaminación más importante la ingesta oral de alimentos y bebidas contaminados con arsénico (Sosa, 2010).

También la época del año puede contribuir a el grado de contaminación del agua y suelos, ya que se ha visto que afecta el índice de calidad del agua, siendo en los meses de previos a la época de lluvias donde los niveles de contaminación son más bajos, incrementándose posterior a las lluvias (Vázquez *et al.*, 2001).

Tabla 1: Límites máximos permisible de arsénico y plomo.

Variables (mg/L)	Valores máximo Permisible
Arsénico	0.01
Plomo	0.02

Fuente: Norma Salvadoreña, 2009

2.5. Arsénico

El Estado Peruano estableció en el pasado, el valor máximo permisible de arsénico en el agua potable como 50 $\mu\text{g/L}$ ó 0,05 mg/L hasta el año 2010, y consta la aprobación en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano, estableciéndose como valor de referencia máximo para arsénico de 0,01 mg/L por la OMS.

El arsénico es muy común en aguas naturales, en rocas, suelo, en la hidrosfera y la biosfera. Es movilizado al medio ambiente a través de una combinación de procesos



que incluyen en procesos naturales: meteorización, actividad biológica, emisiones volcánicas; así como en procesos antropogénicos: aguas residuales, actividad minera, uso de combustibles fósiles, uso de pesticidas y herbicidas. Ello es así, que ha llevado a organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS), a establecer la reducción del límite del contenido de arsénico en agua de consumo de 0.05 a 0.01 mg/L. (Berg *et. al.*, 2001). Las fundiciones pueden recuperar este polvo y remover el arsénico en la forma de un compuesto llamado trióxido de arsénico (As_2O_3). Y normalmente, pequeñas cantidades de arsénico entran al cuerpo desde el aire, agua que bebida y los alimentos; entonces, los alimentos son la fuente principal de arsénico (ATSDR, 2015).

Así, para el caso del arsénico, la población en riesgo de exposición supera los 150 millones, esto obliga a fortalecer los programas de saneamiento apoyados en tecnologías emergentes como la bio y nanotecnología para el desarrollo de procesos y estrategias experimentales en tareas de detección, cuantificación y remediación (González *et.al.*, 2015).

2.5.1 Arsénico en el agua según OMS

- a) El As se encuentra en forma natural en elevadas cantidades en las aguas subterráneas a nivel mundial.
- b) El arsénico posee alta toxicidad en la forma inorgánica.
- c) El riesgo mayor para la salud pública reside en el uso de agua de beber, alimentos y regadío de cultivos alimentarios.



- d) La exposición por un periodo prolongado al As, a través del agua de bebida y alimentos contaminados que producen cáncer y lesiones cutáneas; igualmente, se ha asociado con las enfermedades cardiovasculares, neurotoxicidad y diabetes.
- e) La intervención más importante en las comunidades afectadas consiste en prevenir que se prolongue la exposición al arsénico implantando un sistema seguro de abastecimiento de agua potable (OMS, 2013).

2.5.2 Arsénico como tóxico

El As es un problema de salud pública que afecta a millones de personas; debido a que libera de fuentes naturales y artificiales de manera omnipresente en el entorno. La biodisponibilidad del arsénico en la leche y este riesgo debe vigilarse cuidadosamente para la salubridad humana. En Bangladesh, la investigación limitada sobre el As está en progreso, pero están limitadas en la determinación de As en el agua potable, el suelo y los cultivos (Ghosh *et al.*, 2013).

La vida media del As inorgánico que se ingiere es aproximadamente de 10 horas, y del 50 al 80% es excretado en periodo de 3 días; mientras que, el arsénico orgánico tiene una vida media de 30 horas. El arsénico es absorbido por el organismo y se almacena principalmente en hígado, riñón, corazón y pulmón; y en pequeñas cantidades se almacenan en los músculos y tejido nervioso; este metal ha sido considerado como un carcinógeno, principalmente relacionado con el cáncer de pulmón, riñón, vesícula y piel. El arsénico se incorpora a las uñas, cabello y piel uniéndose a los grupos sulfhídricos de la queratina, siendo estos tomados como biomarcadores de intoxicación por arsénico (Nava y Méndez, 2011). Dado que los niveles sin peligro dependen de muchos factores,



entre los cuales se encuentra el consumo diario de agua por el animal y el peso del mismo (ATSDR, 2013).

2.5.3. Transporte de arsénico

Las condiciones para que exista altos niveles de arsénico en aguas subterráneas, es que este, no se haya perdido por transferencia o dilución; lo que confiere una extensión provisional al problema, que en definitiva dependerá del régimen hidrogeológico y paleohidrogeológico del acuífero. El arsénico es extremadamente tóxico por bioacumulación, y exposiciones prolongadas durante mucho tiempo son nocivas para la salud humana: diversos tipos de cáncer, patologías cardiovasculares, diabetes, anemia, y alteraciones en las funciones reproductoras, inmunológicas, neurológicas y del desarrollo (Pérez, 2006).

El As se encuentra en aguas naturales, en la cual se presenta por lo común como oxianiones con arsénico en dos estados de oxidación, arsénico trivalente, arsenito, [As (III)] y arsénico pentavalente, arsenato, [As (V)]. El estado de oxidación del arsénico, y por tanto su movilidad, están controlados fundamentalmente por las condiciones redox (potencial redox, Eh) y el pH (Pérez, 2006; Gonzales, 2015).

Las condiciones que favorecen la oxidación química y biológica inducen el cambio a especies pentavalentes y a la inversa, aquellas que favorecen la reducción cambian el equilibrio al estado trivalente (Bournod 2010). El agua es un elemento común del sistema solar, hecho confirmado en descubrimientos recientes. (Dr. Alarcón y Dr. Gutiérrez, 2004).



2.6. Espectrofotometría de absorción atómica.

Es un procedimiento de EAA de mayor sensibilidad que permite detectar concentraciones hasta 1000 inferiores que las detectables con llama, siendo por tanto muy útil en el análisis de ultra trazas. La otra ventaja es que se requiere muy poca cantidad de muestra. La energía requerida para la atomización, es obtenida aplicando una diferencia de potencial eléctrico a través de un tubo de grafito, dentro del cual ha sido colocada la muestra. El tubo está alineado con la luz procedente de la lámpara espectral. Justamente, el vapor atómico generado por la muestra es cuando el horno está encendido, absorberá luz proveniente de la lámpara del elemento a determinar. En este caso, la señal de absorción es provisional, en forma de pico, de tal forma que se eleva la concentración y posteriormente cae a medida que los átomos difunden fuera del horno. En el proceso de atomización existen 4 etapas esenciales:

- a) Secado: permite eliminar el disolvente o diluyente
- b) Mineralización o Calcinación: destruye la matriz orgánica
- c) Atomización: consigue llevar los átomos al estado fundamental
- d) Barrido o limpieza: elimina los restos que puedan quedar en el tubo (Kastenmayer, 1995).

2.7. Nivel de conocimiento

2.7.1. Definiciones

El conocimiento es el proceso mediante el cual la realidad es reflejada y reproducida en el pensamiento humano. Es producto de distinto tipo de experiencias,



razonamientos y aprendizajes. El objetivo del conocimiento se circunscribe en alcanzar la verdad objetiva (Díaz, 2003).

Para Arias (2012), el conocimiento puede ser entendido en dos direcciones:

- Como un proceso que se manifiesta en el acto de conocer, es decir, en la percepción de una realidad.
- Como un producto o resultado de dicho proceso, que se traduce en conceptos, imágenes y representaciones acerca de esa realidad”.

2.7.2 Características del conocimiento

Rodríguez (2010) y Pérez, Galán, & Quintanal (2012) tienen un conjunto de características que se describe a continuación: Niveles del conocimiento

- a) Racional. El conocimiento se deriva de una actividad superior exclusiva del hombre, que es la razón.
- b) Objetivo. Es la búsqueda de la verdad objetiva, por tanto, la obtención de un conocimiento debe representar fielmente la realidad, sin alteraciones del objeto de estudio, revelando así sus características y cualidades.
- c) Intelectual. Es un proceso lógico que se fundamenta en la percepción y representación para conceptuar un discernimiento.
- d) Universal. El conocimiento con sus propias particularidades, tiene autenticidad en todo lugar y para todas las personas.
- e) Verificable. Todo conocimiento puede ser sometido a la verificación, ya sea por procesos de demostración racional o mediante la experimentación.



- f) Sistemático. El conocimiento se presenta de forma organizada y posee uniformidad en sus concepciones.
- g) Precisión. La generación del conocimiento se orienta a la exactitud, identificando los aspectos esenciales de la realidad, evitando su confusión con otros objetos o fenómenos.
- h) Seguridad. Al estar sometido a procesos de verificación, proporciona un mayor grado de fiabilidad en su aplicación, que un saber que no ha podido ser comprobado.

Vázquez (2011), refiere que, las personas pueden discernir y asimilar un conocimiento en tres niveles: sensible, conceptual e integral; y surge de la relación entre el sujeto que conoce y el objeto conocido. En el proceso de conocimiento, el ser humano se relaciona con la realidad propia de los objetos para tomar posesión de ellos, ahora bien, esta realidad se presenta en diferentes grados de abstracción.

Gómez G. (2013), comprende a la percepción sensible como el proceso mental por el que se conoce un estímulo, que es la interpretación subjetiva que acompaña a toda sensación. Además, este acto de la percepción es conceptualizado como la vía natural para reconocer el ambiente que nos rodea y para analizar sus componentes. El acto de la conciencia sensible, a diferencia de la percepción sensible, es aquella que integra la información alcanzada por los sentidos de forma organizada, permitiendo su distinción, clasificación y sus relaciones entre sí. Es fundamental que la información sensorial esté integrada en una conciencia de nivel sensible, para que sea posible la acumulación de datos y experiencias.



2.8. La encuesta

La encuesta es un instrumento de medida en el proceso de la investigación científica, donde se establecen los rasgos y las condiciones de la encuesta, tanto como técnica concreta para la producción de información como método de investigación en la se involucran de forma coordinada múltiples técnicas y etapas del proceso de investigación, para la generación de información de calidad. Tendremos como referencia principal la encuesta mediante entrevista presencial que es la que genera una mayor calidad de los datos. Posteriormente tendremos ocasión de comparar las ventajas e inconvenientes con otras formas como telefónicas, por correo, internet. Daremos cuenta de esta caracterización general e inicial teniendo en cuenta cuatro aspectos (Díaz de Rada, V. 2015).

2.8.1. La encuesta como procedimiento

En un proceso de investigación social, la encuesta se considera en primera instancia como un método de recogida de datos a través de la interrogación de los sujetos cuya finalidad es la de obtener de manera sistemática indicadores sobre los conceptos que se derivan de una problemática de investigación previamente construida. La recogida de datos se realiza a través de un cuestionario, instrumento de recogida de los datos (de medición) y la forma protocolaria de realizar las preguntas (cuadro de registro) que se administra a la población o una muestra extensa de ella mediante una entrevista donde es característico el anonimato del sujeto (Sánchez Carrión, J. J. 2012).



2.8.2. Planteamiento de preguntas

Se citan algunas reglas indicativas sobre la elaboración de preguntas, aunque siempre dependerá de su concreción en cada estudio.

- a) El número de preguntas debe ser el adecuado, un cuestionario muy largo cansa, no deben colocarse preguntas innecesarias, en exceso, se ha de simplificar en la medida de lo posible.
- b) Es mejor que las preguntas sean cerradas en un número delimitado de jerarquías o que den lugar a una respuesta inmediata.
- c) La frase de la pregunta ha de ser sencillo y presentar en un lenguaje próximo al lenguaje familiar o al vocabulario de las personas entrevistadas: el contexto en el cual el entrevistado interpreta o expresa su punto de vista o experiencia personal respecto a la pregunta planteada, pero preciso y sin confusión. Expresando de forma personal y directa. Cuanto más corto el enunciado mejor. Sin incluir las posibilidades de respuesta en la pregunta. La proposición más próxima al lenguaje hablado que al escrito. En ocasiones es recomendable aclarar o informar de la pregunta o el significado de los que se quiere decir para así señalar la respuesta.
- d) En las palabras utilizadas en la pregunta se debe verificar que significan exactamente lo que se quiere decir, precisar que tenga el mismo significado para los encuestados, si el contexto condiciona su significado, si no se presta a equivocaciones con otras palabras, y buscar si existe otra palabra más sencilla y clara.
- f) Es conveniente plantear las preguntas en positivo, evitar la formulación negativa y, sobre todo, la doble negación.



- g) Las preguntas no obligue al encuestado a realizar excesivos esfuerzos de memorización. Es conveniente que expresen una sola idea que las hagan más asequibles y comprensibles. Se ha de evitar las dobles interrogaciones.
- h) El contenido de las preguntas debe ser relativo para los encuestados y éstos deben ser entendido para responder. En este sentido también hay que tener en cuenta que algunas preguntas pueden resultar una innovación para el entrevistado, abordar temas que él jamás se había planteado.
- i) Las preguntas no deben realizar estimaciones, evitando palabras de esa naturaleza, y por supuesto, no deben hacer orientaciones sobre el sentido de la respuesta. En este sentido se ha de cuidar tanto la formulación de la pregunta y las respuestas, como el orden de la pregunta con relación a las preguntas adjuntas y la forma y la afinación de las cuestiones.
- j) Las preguntas no sean inoportunas, muy privadas y suponga una respuesta condicionada. Se trata de elaborarlas de manera que no den lugar a respuestas invariables, con prejuicios, o de no reconocimiento de la situación real, de forma indirecta, planteando la respuesta sobre una tercera persona, mostrando imágenes o fotografías. En la entrevista se recuerda el anonimato de las respuestas.
- k) En relación a las respuestas éstas deben ser exhaustivas, han de reflejar toda la variedad que expresa la dimensión o el concepto, deben constituir verdaderas clases de equivalencia, mutuamente excluyentes (Corbetta, 2007).

2.9. Antecedentes

Tapia (2012) investigación titulada: “Programa de promoción del consumo de agua segura en la comunidad Colon, Portoviejo, Ecuador-2012”. Con el objetivo de Promocionar el consumo de agua segura a las familias de la comunidad de Colon,



Portoviejo mediante la implantación de un programa de promoción de prácticas sanitarias, capacitación al equipo de salud y sensibilización a la comunidad para mejorar su calidad de vida. El 40% de las familias de la comunidad desinfectan el agua con cloro, pero no lo hacen de manera técnica, más bien el criterio es que mientras más cloro pone, mejor calidad de agua y un 60% de las familias no desinfectan. El programa ha demostrado que mejorar la calidad de agua domiciliaria a través del tratamiento más el almacenamiento seguro permite reducir la incidencia de enfermedades diarreicas y otras enfermedades transmitidas por el agua.

Campodónico (2019), Investigación titulada: “Diagnóstico del Estado Actual de la Concentración de Arsénico en las Aguas de Consumo Humano del Centro Poblado Cruz del Medano en Mórrope.” desarrollada en el centro poblado Cruz del Médano, distrito de Mórrope, Provincia y departamento de Lambayeque. Ante tal situación, se realizó un diagnóstico del problema a tratar, mediante el uso de recolección de datos: encuesta, observación y un análisis de espectrometría para obtener el nivel de arsénico en el agua que es destinada al consumo humano. Los resultados fueron que, la población comprende dicha problemática, sin embargo no asimila los distintos peligros que puede ocasionar la exposición a este agente contaminante químico, la mayoría de los pobladores tiene un largo periodo de tiempo habitando este centro poblado, lo que nos llevaría a pensar que el tiempo de exposición ha generado en ellos alguna enfermedad debido a la presencia del arsénico, no obstante, la mayoría indica que no presenta síntomas derivados de la exposición a este elemento tóxico. Además, los resultados obtenidos del análisis del agua nos señalan que efectivamente se exceden los estándares de calidad ambiental (ECA) respecto al arsénico.



Apaza (2019) investigación titulada “Evaluación de la concentración de Arsénico en aguas subterráneas para consumo humano en la Asociación Nueva Jerusalén, Juliaca - Puno”. El objetivo de la investigación fue la evaluación de la concentración de arsénico en las aguas de consumo humano de origen subterráneo en la asociación de viviendas Nueva Jerusalén, donde se monitorearon 10 muestras representativas en base a las curvas de nivel de la ubicación geográfica de la zona más habitada. El arsénico se analizó por el método de espectrométrico de absorción atómica desarrollado en el laboratorio acreditado, de las 10 muestras se obtuvo como resultado 8 muestras de los pozos subterráneos estudiados presentan una concentración de arsénico menor de <0.005 mg/L y la M8, M10 tiene concentraciones de 0.108 y 0.106 mg/L respectivamente. Con una media de 0.025 mg/L. Los que indican agua contaminada ya que sobrepasa los límites máximos permisibles de acuerdo al D. S. N° 031-2010 S.A establecido para aguas de consumo humano.

Caballero et al., (2010) investigación titulada “Presencia de arsénico en pozos y en cultivos en Oaxaca, México”. El objetivo de este trabajo fue determinar la presencia de arsénico en agua de pozos y en cultivos. Se muestrearon pozos noria y semi profundos, y diferentes cultivos (tomate, lechuga, frijol y maíz), pertenecientes al paraje “Flor de Guayabal”, en Tlacolula, Oaxaca, México, durante un periodo de 10 meses (julio 2006 a abril 2007). Hubo dos fases: la primera fue el diagnóstico que se obtuvo de la determinación mensual del arsénico en los pozos, y en la segunda, el establecimiento de cultivos y el muestreo de plantas para los análisis químicos. En los resultados del análisis de agua (julio-abril), hubo arsénico ($\mu=0,1$ mg/l) en niveles que superan lo establecido en la norma oficial mexicana (0,025 mg/l). En la segunda fase, en los órganos comestibles



de jitomate, lechuga, zanahoria, maíz y frijol cultivados en el paraje, no se encontró evidencias sobre la presencia de este metal.

Revuelta et al. (2003) investigación titulada “Contaminación por Arsénico en Aguas Subterráneas en la Provincia de Valladolid: Variaciones Estacionales”. Los objetivos de este trabajo son: a.- Determinación del nivel de As en diferentes puntos de la zona afectada, con el fin de establecer la extensión del problema y seleccionar una serie de pozos (red de control) para el estudio de su evolución temporal, b.- Seguimiento de la evolución de la concentración de As en los pozos de la red de control a lo largo del tiempo. El muestreo inicial se llevó a cabo en 63 puntos situados en la zona afectada. El valor medio hallado fue de 0.038 mg de As/L (con valores máximos próximos a 0.2 mg/L). El 88 % de los pozos superaron la concentración de 0.01 mg/L y el 32 % superaron 0.05 mg/L. Casi un 10 % superó 0.1 mg/L. A partir de estos datos se seleccionaron 14 puntos de control, de los que se tomaron muestras mensualmente, desde junio de 2002 hasta julio de 2003. Durante el último año, no se detectaron diferencias significativas en la concentración en los diferentes meses, a pesar de que el nivel de agua en los pozos sí ha sufrido variaciones significativas.

Navoni et al. (2012) investigación titulada “Riesgo sanitario de la población vulnerable expuesta al arsénico en la provincia de Buenos Aires, Argentina” cuyo objetivo fue analizar la concentración de arsénico en agua recolectada en localidades de la provincia de Buenos Aires, Argentina, y su relación epidemiológica con factores de susceptibilidad y patologías asociadas. Para lo cual, se cuantificó la concentración de arsénico en 152 muestras provenientes de 52 localidades de Buenos Aires durante el período 2003–2008 mediante generación de hidruros-espectrofotometría de absorción



atómica. Como resultado, Las concentraciones de arsénico se ubicaron en un rango amplio, desde 0.0003 hasta 0.187 mg/L, con una mediana de 0.04 mg/L. El 82% de las muestras presentaron niveles de arsénico superiores al valor límite aceptable de 0.01 mg/L, y más de la mitad de ellas provenían de agua de red. La mortalidad promedio (defunciones/100000 habitantes) por tumores en los departamentos estudiados fue mayor en los varones que en las mujeres: vías respiratorias (310 frente a 76), vías urinarias (44 frente a 11) y piel (21 frente a 11), respectivamente. Las regiones de mayor concentración de arsénico y pobreza, junto con la falta de agua de red, presentaron un riesgo relativo incrementado de 2 a 4 veces.

Flores y Pérez (2009) investigación titulada “Determinación de arsénico, por absorción atómica, en agua de consumo humano proveniente de SEDAPAL, de cisterna y de pozo del distrito de Puente Piedra” el objetivo fue Determinar la concentración de arsénico en agua de consumo humano proveniente de SEDAPAL, de cisternas y de pozo en el distrito de Puente Piedra. Para llevar a cabo este estudio se tomaron 38 muestras de agua de consumo humano, 13 provenían de SEDAPAL, 13 de agua de cisterna y 12 de agua de pozo, se usó el método espectrofotométrico de absorción atómica con horno de grafito. Se encontró que la concentración promedio de arsénico del total de muestras provenientes de SEDAPAL fue de 0.009 mg As/L y el total de muestras provenientes de cisterna fue de 0.005 mg As/L, los cuales no exceden la concentración máxima permisible dada por la Norma Técnica Peruana 214.003.87 (0.01 mg As/L) y la Organización Mundial de la Salud (0.01 mg As/L). También se halló que la concentración promedio de arsénico en el agua de consumo humano proveniente de pozo fue de 0.022 mg As/L, la cual está por encima del límite permisible establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y por debajo del límite permisible dado por la Norma Técnica Peruana (NTP



214.003.87). Se observa que el 100% de las muestras supera el límite permisible establecido por la OMS.

Mamani (2019) investigación titulada “Determinación de la Concentración de Arsénico (As) Total en las Aguas Subterráneas de Pozos Tubulares en el Distrito de Juliaca y Medidas de Mitigación”. Con el objetivo de la Determinación de la concentración del As total, en las muestras de agua para consumo humano, procedentes de pozos perforados en el distrito de Juliaca, e identificación de los posibles efectos de contaminación natural. Se tomaron 12 muestras representativas de manera aleatoria en agosto de 2018, las profundidades oscilaron de 3 - 18 m, posteriormente se analizaron para determinar la concentración de arsénico total, mediante la espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP - OES), de los resultados, se reportaron el valor más alto de concentración de As (0,165 mg L⁻¹), con una media de (0,089 mg L⁻¹). Por otro lado, estos valores fueron superior a la directriz recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS 2011), de 0,01 mg L⁻¹ y el límite de 0,05 mg L⁻¹ adoptado en Bangladesh. Sin embargo, el agua subterránea en la provincia de San Román no solo está considerablemente contaminada con arsénico (As), sino también con Pb (0,041 mg L⁻¹) y otros metales traza.

Ticona, *et al.*, (2012), estudiaron la contaminación del agua potable con arsénico se ha asociado al desarrollo de neoplasias malignas tales como cáncer de piel, pulmón, renal, vejiga y otros. Determinó nivel de As en el agua potable, así como la frecuencia de presentación de los cánceres en Tacna, durante los periodos 2007-2010. La toma de muestras en piletas domiciliarias. La frecuencia del cáncer se determinó mediante la revisión de los registros de anatomía patológica de EsSalud de los años 2010-2011. El



nivel de arsénico en el agua potable de la ciudad de Tacna es de 0,056 mg/L. Los niveles más altos de arsénico fueron en las piletas de agua potable fueron en los distritos de Pocollay, Ciudad Nueva y Tacna Cercado. Las neoplasias malignas más frecuentes en EsSalud Tacna durante los años 2010-2011 fueron cáncer de piel 29%, cuello uterino 14%, mama 10%, estómago 8%, colon 6%, linfoma 5%, próstata 5%, pulmón 4%, vesícula 3%, ovario 3% y otros 13%.

Molina R. (2015) investigación Titulada: “Análisis de arsénico y metales pesados (cadmio, manganeso, mercurio y plomo) en orina y cabello de población infantil residente en Huelva”, El objetivo de esto consistió en determinar las concentraciones de un metaloide (As) y de cuatro metales pesados (Cd, Mn, Hg y Pb) en muestras de orina y cabello de población infantil residente en Huelva. La concentración de As encontrados en el pelo fue 0,0033 para As; de los niños que viven cerca de las zonas industriales y mineras.

Chata A. (2015) investigación titulada: “Presencia de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche en la cuenca del rio Coata 2015” el objetivo fue determinar la relación de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche de la cuenca del rio Coata 2015. El estudio que realizó fue del tipo transversal, el método que había empleado fue EPA por espectrofotometría de absorción atómica-llama; en la cual, analizaron 06 muestras de agua, donde la concentración de arsénico fue de 0.048 mg de As/l., la cual no supera los estándares nacionales de calidad ambiental para bebida de animales y riego de vegetales de consumo crudo establecidos por el Ministerio del Ambiente Peruano.

De Meyer *et al.*, (2017), registran la contaminación con arsénico en aguas subterráneas utilizadas para el consumo humano en 12 distritos del Perú, incluidos la



provincia de San Román y el distrito de Caracoto. Estos hallazgos evidencian una alarmante amenaza para la salud pública, lo que debe abordarse de inmediato, asimismo encontraron concentraciones de arsénico de 1,2 - 193,1 $\mu\text{g/L}$ -1 en la ciudad de Juliaca y detectaron altas concentraciones de As en el distrito de Caracoto de 31,9 - 113,1 $\mu\text{g/L}$ -1, estos sobrepasan 10 $\mu\text{g L}$ -1, que es el límite recomendado por la organización mundial de salud (OMS). George *et al.*, (2014), registran la contaminación con arsénico en aguas subterráneas utilizadas para el consumo humano en 12 distritos del Perú, incluidos la provincia de San Román y el distrito de Caracoto. Estos hallazgos evidencian una amenaza alarmante para la salud pública, lo que debe abordarse de inmediato, asimismo encontraron concentraciones de arsénico de 1.2 – 193.1 $\mu\text{g/L}$ -1 en la ciudad de Juliaca y detectaron altas concentraciones de As en el distrito de Caracoto de 31.9 – 113.1 $\mu\text{g/L}$ -1, los cuales sobrepasan el 10 $\mu\text{g L}$ -1 límite recomendado por la organización mundial de salud (OMS).

Granda (2014) investigación titulada:” Consumo de agua segura en familias del barrio 24 de septiembre que acuden al S.C.S rayito de luz de Machala durante el segundo trimestre, año 2014 - Colombia.” Se realizó mediante un tipo de estudio descriptivo, diseño de estudio fue no experimental ya que el investigador no manipulo las variables en estudio. Entre los resultados establecidos de determinó que el 25,6% de familias de la población encuestada purifican el agua mediante el proceso de filtración, el cual es un método no muy aconsejable cuando el agua contiene muchos contaminantes y resulta peligroso cuando no se le realiza un mantenimiento adecuado al filtro. Se constató que si se realiza la dotación de cloro procesado por la Unidad de Salud a los habitantes del Barrio 24 de septiembre de los cuales solo el 45,2% acude al S.C.S. Rayito de Luz a retirarlo y



el porcentaje restante realiza la compra del producto en distintos lugares de abastecimiento.



CAPÍTULO III

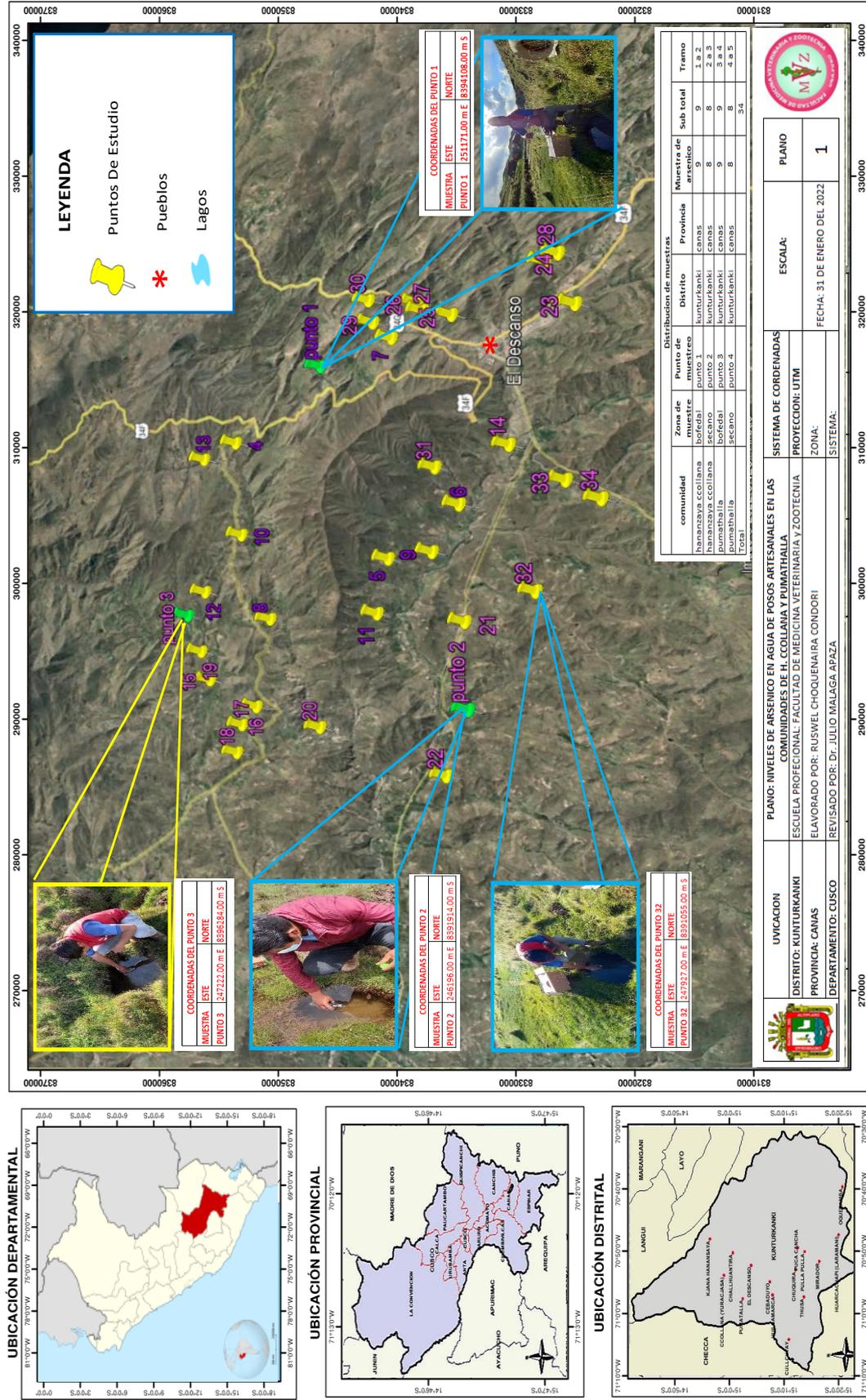
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del lugar de estudio

El trabajo de investigación se realizó en dos comunidades, Hanansaya Ccollana (sector parque y kirma alta) y Pumathalla (sector central y condeña) del distrito de Kunturkanki de la provincia de Canas de la Región Cuzco, que se encuentra ubicada a una altitud de 3,940 msnm., y a latitud sur de 14°32'05" y 71°18'25" longitud oeste (SENAMHI, 2018).

Las muestras se analizaron en el laboratorio de Análisis Químicos de la Facultad de Química- Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima.

Ilustración 1: plano de monitoreo de metales en agua de las comunidades de hanansaya Ccollana y Pumathalla kunturkanki – canas - cusco



3.2 Material de estudio

3.2.1 Tamaño muestral

Se determinó el tamaño muestral utilizando el método probabilístico con la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2(p \times q)}{d^2}$$
$$n = \frac{(1.96)^2(0.1 \times 0.9)}{(0.01)^2} \quad n = 34.5$$

donde:

n = Tamaño de la muestra.

Z^2 = Nivel de confianza al 95 %.

p = Proporción de pozos artesanales contaminados.

q = Complemento (1-p)

d^2 = Precisión del muestreo con margen de error (10 %).

La muestra estimada fue de 34 pozos a analizarse y número de personas a encuestarse. Hanansaya Ccollana (ocho pozos de muestreo en bofedales y 9 pozos en zona seco) y Pumathalla (ocho pozos de muestreo en zonas bofedales y 9 pozos en zonas seco). Las muestras de agua recolectadas para determinar los niveles de contaminación de arsénico en el agua de pozos artesanales de las comunidades del distrito de Kunturcanqui, fueron distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 2: Número de muestras del agua y número de familias encuestados.

Comunidades	Nº Pozos	Nº Familias
Hanansaya Ccollana	17	17
Pumathana	17	17
Totales	34	34



3.3 Metodología

3.3.1. Recolección de muestras

- a) Visita a las dos comunidades para definir las zonas de muestreo
- b) Se ha ubicado 34 zonas para recolectar las muestras.
- c) Se ha obtenido de los pozos 500 ml de agua en cada zona.
- d) Se obtuvo un total de 34 muestras de agua en los envases de plástico estériles de polietileno de 500 ml., las cuales se rotularon con la identificación respectiva; estas fueron en una caja de Tecnopor con conservantes de hielo.
- e) Las muestras se han enviado al laboratorio de Análisis Químicos - Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima, para que sea analizado mediante técnica de espectrofotometría de absorción atómica.

3.3.2. Reactivos.

- a) El certificado estándar de arsénico de 1000 $\mu\text{g/mL}$
- b) Solución diluyente, el ácido clorhídrico HCl 10% para la preparación de los estándares: se ha medido 100 mL de ácido clorhídrico concentrado ultrapura con contenido máximo de 0.5 μg de As/L y se llevó a una fiola de 1000 mL, luego se enrasa con agua ultrapura; esta solución tendrá duración de solo un día.
- c) El ácido sulfúrico, H₂SO₄ de 2.5 N: se adicionó 7 mL de H₂SO₄ concentrado a un vaso de 250 mL que contiene 50 mL de agua destilada y luego se enrasó a una fiola de 100 mL.
- d) Diluyente: Agua ultra pura



3.3.3. Materiales.

- a) Las fioas de 50 y 100 mL , clase A
- b) Pipetas de 1, 2, 5 y 10 mL , clase A
- c) Vasos de 250 mL

3.3.4. Equipos.

- a) Espectrofotómetro de absorción atómica, SHIMADZU AA-6800
- b) Horno de grafito GFA-EX7
- c) Computadora.
- d) Plancha térmica.
- e) El balón de gas con argón de 99.999% de pureza

3.3.5. Procedimiento

Se ha utilizado 100 ml de muestra agitada, 1 mL de HNO₃ (cc) en un vaso limpio de 250mL, y se ha lavado con ácido. Se ha calentado sobre la plancha, sin dejar que hierva la solución, hasta que el volumen sea reducido a 10 mL aproximadamente. Luego de separará de la plancha caliente y dejar que enfríe a la temperatura del ambiente, posteriormente se diluirá con agua en una fiola a un volumen de 50 mL. Simultáneamente se preparará un blanco digerido sustituyendo la muestra por agua ultrapura y se realizará la digestión como se ha descrito con anterioridad.



3.4. La encuesta

3.4.1. Caracterización de la población a encuestar

De los 34 encuestados en las comunidades de Hanansaya Ccolloana y Pumathalla 8 tuvieron estudios superiores, 12 estudios secundarios y 14 no llegaron a terminar la primaria, y la mayoría de las familias tenían hijos con estudios superiores. Estas familias carecían de capacitaciones u orientaciones de las instituciones públicas y privadas, por la inaccesibilidad por su ubicación. Cabe recalcar que estas familias no contaban con servicio de saneamiento básico como es el agua potable en sus hogares.

3.4.2. Elaboración de la encuesta

Para el grado de conocimiento sobre contaminación con arsénico y sobre el manejo del agua de consumo, se elaboró la encuesta de 18 preguntas con su respectiva respuesta múltiple, 11 fueron preguntas de conocimiento sobre arsénico y 7 fueron preguntas actitudinales sobre manejo del agua; los mismos que se aplicaron a 34 las familias rurales.

- a) La encuesta fue elaborada con preguntas cerradas y abiertas con alternativa múltiple.
- b) Validación de la encuesta: Se realizó a un pequeño grupo de familias con la finalidad de ajustar las preguntas y alternativas.



3.4.3. Aplicación de la encuesta

- a) Se hizo la visita a cada una de las familias en su hogar dentro de cada comunidad en forma al azar sin preferencia alguna, para el recojo de la información.
- b) Se procedió a realizar las preguntas del cuestionario al jefe de familia o a algún integrante de la familia.
- c) Las preguntas se emitieron en la lengua originaria de la zona (quechua).
- d) Finalmente se dieron algunas recomendaciones de cómo es el buen manejo de agua para consumo humano.

3.5. Método estadístico.

La información obtenida del laboratorio sobre la variable en estudio fue analizada mediante un arreglo factorial de 2 x2 conducido a un diseño completo al azar, siendo el modelo aditivo lineal el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + C_i + Z_j + CZ_{ij} + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Media poblacional

C_i = Efecto del i-ésimo comunidad

Z_j = Efecto de j-ésimo ubicación del pozo

CZ_{ij} = Efecto de la interacción comunidad/ubicación de pozos

E_{ij} = Error Experimental.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Niveles de arsénico

4.1.1. Según comunidad

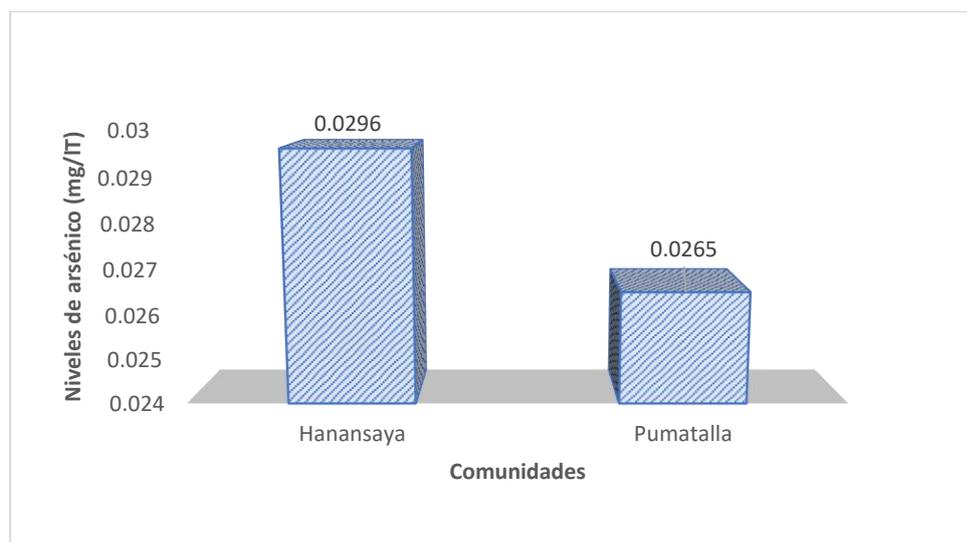
Los valores de arsénico en el agua de consumo humano de los pozos artesanales de las comunidades de Hanansaya y Pumataalla del distrito de Kunturkanki se presenta en la siguiente tabla 3.

Tabla 3: Niveles de arsénico (mg/lit) en el agua de consumo de pozos artesanales según comunidad

COMUNIDADES	n	PROMEDIO \pm DS	V.E.
Hanansaya collana	17	0.0296 ^a \pm 0.0099	0.012 – 0.043
Pumathalla	17	0.0265 ^a \pm 0.0086	0.015 – 0.042

^a Similares letras reflejan que no existe diferencias significativas ($P>0.05$)

Figura 1: Niveles de arsénico en agua de consumo en pozos artesanales





La tabla 3 y figura 1, muestran valores promedio de arsénico en el agua de consumo humano de los pozos artesanales; donde refleja indicadores como 0.0296 mg de As/litro de agua de consumo en pozos de la comunidad de Hanansaya Ccollana y 0.0265 mg de As/litro de agua de consumo en pozos de la comunidad de Pumatalla. Los promedios encontrados en el presente trabajo superan los límites máximos permisibles, recomendados por (CE, 2006); mientras (Chata, 2015), en estudios de la cuenca del río Coata encontró promedio de arsénico 0.048mg/litro de agua; y menciona que, el metal indicado no supera los estándares nacionales de calidad ambiental para bebida de animales y riego de vegetales de consumo crudo establecidos por el Ministerio del Ambiente Peruano.

De igual forma George *et al.*, (2014), registran la contaminación con arsénico en aguas subterráneas utilizadas para el consumo humano en 12 distritos del Perú, incluidos la provincia de San Román y el distrito de Caracoto. Estos hallazgos evidencian una amenaza alarmante para la salud pública, lo que debe ser abordado de forma inmediata; asimismo encontraron concentraciones de arsénico de 1,2 - 193,1 $\mu\text{g/L}$ en la ciudad de Juliaca y en uno de los distritos de Caracoto de la provincia de Juliaca registran valores elevados de 31,9 - 113,1 $\mu\text{g/L}$, que ambos sobrepasaron 10 $\mu\text{g/L}$ límite recomendado por la organización mundial de salud (OMS).

Estos altos niveles de arsénico que superan los límites máximos permisibles que el Estado Peruano estableció el valor de arsénico en el agua potable 50 $\mu\text{g/L}$ ó 0,05 mg/L (4) hasta el año 2010, con lo que, fue aprobado el reglamento de la calidad del agua para consumo humano, estableciéndose como valor de referencia máximo para arsénico según OMS de 0,01 mg/L., está directamente influenciado a la concesión minera estrata tintaya y las distintas minas informales del distrito de Livitaca que vienen trabajando muchos

años atrás en la obtención de minerales; el arsénico es un metal pesado volátil y por la cercanía a la indicada minera puede trasladarse mediante el aire y aguas subterráneas a otras zonas aledañas; así mismo el uso indiscriminado de plaguicidas y fertilizantes para el cultivo de papa, quinua, habas son factores de contaminación del agua por arsénico.

4.1.2. Según zonas de ubicación

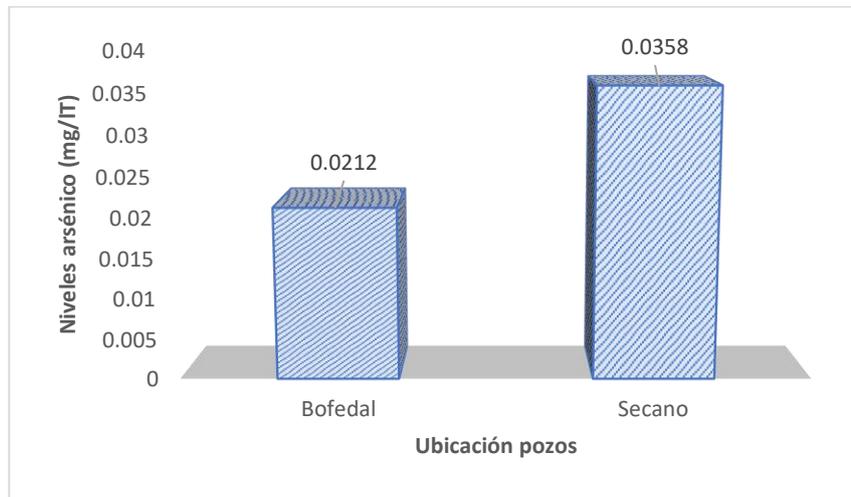
La concentración de arsénico en el agua de consumo humano de los pozos artesanales según zonas de ubicación de las comunidades de Hanansaya y Pumataalla del distrito de Canas, se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 4: Valores de arsénico (mg) en el agua de consumo humano de pozos artesanales según zonas de ubicación

UBICACIÓN DE POZO	n	PROMEDIO \pm DS	V.E.
Bofedales	18	0.0212 ^b \pm 0.006	0.012 – 0.027
Secano	16	0.0358 ^a \pm 0.005	0.029 – 0.043

^a y ^b Letras diferentes señala que existen diferencias significativas (P<0.05)

Figura 2: Concentración de arsénico en el agua de consumo humano en familias de las comunidades Hanansaya Ccollana y Pumathalla.



La tabla 4 y figura 2, muestran medidas de tendencia central de arsénico en el agua de consumo humano de los pozos artesanales según ubicación; en cual se registra indicadores como 0.0212 mg de As/l de agua en pozos que tiene ubicación en partes húmedos o bofedales; mientras, en los pozos con ubicación secano registra 0.0358 mg de As/l de agua de consumo, los mismos a la prueba múltiple de significación de tukey muestra diferencia estadística ($p < 0.05$). La diferencia encontrada se podría atribuir al tipo de suelo o humedad; al uso indiscriminado de fungicidas y plaguicidas, algunos fertilizantes, la degradación de suelos, aguas superficiales, la agricultura constante que se practican en el área rural; pero los promedios encontrados en el presente trabajo superan límites permisibles a lo que reporta la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Sobre los valores encontrados, Menéndez & Muñoz, (2021), manifiestan que, ante un proyecto de minería es obligatorio el manejo de los relaves mineros y el impacto medioambiental; sobre todo por la degradación de los suelos, aguas superficiales,



subterráneas y el aire ambiental. La contaminación provoca la aparición de elementos, minerales y metaloides, que originan riesgos a la salud pública.

Similares resultados al presente trabajo de investigación reportan Mamani, (2019), determinó el valor más alto de concentración de As (0,165 mg L⁻¹), con una media de (0,089 mg L⁻¹); e indica que, estos valores fueron superior a la directriz recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS 2011), de 0,01 mg L⁻¹ y el límite de 0,05 mg L⁻¹ adoptado en Bangladesh, en las aguas de pozos privados en la Provincia de San Román Juliaca, con las profundidades que oscilaron de 3 - 18 m, las muestras se analizaron, mediante la espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP - OES). No obstante que, las aguas subterráneas de los barrios del distrito de San Román están contaminada con valores elevados de arsénico (As). Los valores físicos (pH, CE, turbidez), los valores químicos (2 CO₃⁻, HCO₃⁻, Cl⁻ y 2 4 SO⁻), dureza total como (CaCO₃), 2 Ca + y 2 Mg + se estimaron mediante el uso de técnicas analíticas.

4.2. Grado de conocimientos de las familias.

4.2.1 Contaminación de arsénico

Se presenta resultados del grado de conocimiento sobre contaminación con arsénico en los pozos artesanales de los usuarios de las comunidades, lo que se aprecia en la siguiente tabla 5.

Tabla 5: Preguntas y frecuencia de respuestas sobre el grado de conocimiento en familias de las comunidades del distrito de kunturkanki.

P1: ¿Qué tratamiento debe hacerse el agua con arsénico?	Purificando el agua por Coagulación – Filtración (C)	4	11.76
	Haciendo hervir el agua (NC)	26	73.53
	Filtrando el agua (CP)	4	11.76
	Total general	34	100.00
P2: ¿Para usted, que es el arsénico?	Un metal pesado(C)	17	50.00
	Un plaguicida (CP)	4	11.76
	Un desinfectante (NC)	13	38.24
	Total general	34	100.00
P3: ¿Dónde cree que se encuentra el arsénico?	El agua (C)	20	58.82
	En aparatos electrónicos (NC)	3	8.82
	En el aire (CP)	11	32.35
	Total general	34	100.00
P4: ¿Sabe Ud., ¿cómo nos contaminamos con el arsénico?	Consumiendo agua o alimentos (C)	19	55.88
	Consumir alimento contaminado (CP)	0	0
	No sé (NC)	15	44.12
	Total general	34	100.00
P5: ¿Qué podría causar en nuestra salud por consumir del agua con arsénico?	Cáncer de piel, pulmón e hígado (C)	6	17.65
	Alergias (NC)	23	67.651
	Trastornos neurotóxicos (CP)	5	14.71
	Total general	34	100.00
P6: ¿Qué síntomas aparece por la intoxicación crónica por consumir agua con arsénico?	Cáncer (C)	15	44.12
	Vomito, dolor abdominal y nauseas. (CP)	3	8.82
	Tos y fiebre (NC)	16	47.06
	Total general	34	100.00
P7: ¿Qué síntomas aparece por la intoxicación aguda por consumir agua con arsénico?	Dérmico (CP)	3	8.82
	Cardiovascular y respiratorio (C)	26	76.47
	Calambres musculares (NC)	5	14.71
	Total general	34	100.00
P8: ¿Cuáles son los parámetros de calidad para consumir el agua?	Medida de concentración de un elemento físico, químico o biológico. (C)	21	61.76
	Medida de concentración de parásitos. (NC)	6	17.65
	Medida de concentración de la turbidez del agua.(CP)	7	20.59
	Total general	34	100.00
P9: ¿Cuál es, el valor máximo permisible de	0.01 miligramos de Arsénico / litro (C)	19	55.88



arsénico en agua de consumo humano?	0.05 miligramos de Arsénico / litro (CP)	1	2.94
	0.10 miligramos de Arsénico / litro (NC)	14	41.18
	Total general	34	100.00
P10: ¿Conoce la entidad que brinda servicios sobre la calidad del agua de consumo?	JASS (CP)	32	94.12
	ANA (C)	0	0
	No sé (NC)	2	5.88
	Total general	34	100.00
P11: ¿Que actividades del hombre contribuye a la contaminación del agua subterránea?	Comercio de alimentos contaminados. (CP)	13	38.24
	La industria metalúrgica, tintes y pesticidas. (C)	16	47.06
	Comercio de material reciclado (NC)	5	14.71
	Total general	34	100.00

(C) = Conoce CP) = Conoce poco (NC) = No conoce

En la tabla 5, se aprecia las preguntas y frecuencia de respuestas de la encuesta aplicada a las 34 personas; donde las respuestas correctas fueron como promedio de 43.58 % de que CONOCEN (C) sobre la contaminación del agua de consumo de pozos artesanales de las comunidades, y resto de los encuestados **conoce poco** (PC) ó **no conoce** (NC) sobre la contaminación de arsénico de los pozos, ojos de agua ó manantiales. Esta percepción indica que, más de la mitad de los consumidores del agua requieren fortalecimiento de capacidades con programa de educación sanitaria, para evitar que estén expuestas a diversos riesgos, y por ende la ocurrencia de las enfermedades. A continuación, interpretaremos y haremos comentarios sobre las respuestas de cada una de las preguntas:

En la pregunta 1: Solo el 11.76 % de 34 manifiestan que el agua debe purificarse, lo cual tiene la calificación que conoce (C), y el 73.53 % no conoce (NC) porque indican que se hace hervir; en tanto esto es, a la falta de capacitación de los usuarios, ya que los



usuarios no tienen una organización sólida para realizar gestiones ante las instituciones encargadas del área como es el ANA.

Pregunta 2: El 50.0 % de los encuestados respondieron de que sí conoce (C), esto es favorable porque los usuarios evitarían la contaminación de los pozos.

Pregunta 3: Un 58.82 % de los usuarios indican que el metal está en el agua, esto demuestra que las familias poseen un nivel de conocimiento que sí conoce (C); y es preocupante que el resto de los usuarios desconozca; ya que con el tiempo afecta a la salud humana en aparecer anomalías como el cáncer.

Pregunta 4: El 53.88 % de los encuestados manifiestan que nos contaminamos consumiendo alimentos y agua con arsénico; lo que, confirma es que más de la mitad de las familias rurales si conoce (C) y el resto requiere promoción de la salud pública.

Pregunta 5: El 67.651 % de las personas no conoce (NC), porque indican que es alergia, esto refleja que a las familias les falta educación sanitaria.

Pregunta 6: El 50.0 % de los encuestados respondieron de que sí conoce (C) manifestando que los síntomas que aparece por la intoxicación crónica por beber agua con arsénico es el cáncer; y el resto de los usuarios requiere fortalecer capacidades excluirse de los factores de riesgo.

Pregunta 7: Un 58.82 % de los usuarios indican que el metal está en el agua, esto demuestra que las familias se encuentran en un nivel de conocimiento que sí conoce (C);



y también es preocupante que el resto de los encuestados que desconozca; ya que los síntomas que aparece por la intoxicación aguda al beber agua con arsénico son cardiovasculares y respiratorios.

Pregunta 8: Sólo el 61.76 % de los encuestados manifiestan que conoce (C), indicando la medida de concentración de un elemento físico, químico o biológico. que son las medidas de calidad del agua; esto podría deberse a la no información por parte de las entidades encargadas de promover la salud pública y a la falta del dialogo familiar; porque la mayoría de las familias contaban hijos con estudios superiores.

Pregunta 9: El 55.88 % de las personas respondieron de que sí conoce (C), por que manifestaron que el valor máximo permisible de arsénico en el agua de consumo es 0.01 miligramos; esa respuesta indica que, más de la mitad de usuarios se podrían prevenirse las diferentes enfermedades a causa del arsénico y la otra mitad de los encuestados siguen expuestos a adquirir enfermedades causadas por el arsénico.

Pregunta 10: De los 34 encuestados 0.0 % no conoce (C); que la entidad que brinda servicios sobre la calidad del agua es el ANA y un 94.12 % de los encuestados conoce poco (CP), e indican que la entidad responsable es el JASS; esto indica que los usuarios confunden el trabajo de esas instituciones, ya que tienen una labor relacionada al agua potable y no a aguas que emergen del subterráneas (manantiales o pozos).

Pregunta 11: Sólo el 47.06 % de los encuestados sí conocen (C); ya que manifestaron que la industria metalúrgica, tintes y pesticidas son factores que contaminan



el agua y el resto de las familias podrían adquirir conocimientos en campañas de educación sanitaria, sensibilización y concientización hacia la población.

Esta variabilidad de respuestas, podría deberse a que los usuarios poseen diferente grado de instrucción, sexo y edad del encuestado; por lo que se requiere la llegada de cantidad y calidad de información por las entidades encargadas de promover el fortalecimiento de capacidades en la salud pública, como son gobiernos locales, centro de salud. El grado de conocimiento de la población debe ser vigilado con el fin de mejorar las actitudes en manejo de necesidades para el bienestar humano y puedan controlar y evitar en proveerse agua contaminada con arsénico. El hombre empieza el proceso de adquirir conocimiento, es cuando se relaciona con el objeto de estudio, lo que conlleva a lograr el saber, del el cual va generando conceptos sobre los fenómenos reales que lo rodea, ya que ingresa espacios de la realidad que le permiten comprender el entorno. Este aprendizaje, en su aplicación es práctico en busca del cambio en el entorno, así como los requerimientos del ser humano de la naturaleza. Así tenemos que el conocimiento significa entonces, apropiarnos de las propiedades y relaciones de las cosas, entender lo que son y lo que no son (Díaz, 2003).

4.2.2 Manejo del agua de consumo

Los resultados de la encuesta sobre el nivel de actitudes en el manejo de agua de consumo que practican los usuarios de las comunidades se aprecian en la tabla siguiente.

Tabla 6: Preguntas y frecuencia de respuestas sobre el nivel de actitudes en familias de las comunidades del distrito de kunturkanki.

Pregunta	Respuestas	Número de encuestados	%
P1: ¿Qué tipo de pozo tiene usted?	Artesanal (NA)	1	2.94
	Tubular (PA)	0	0
	Aforado (A)	33	97.06
	Total general	34	100.00
P2: ¿Qué utiliza para cubrir su pozo?	Calamina (PA)	3	8.82
	Madera (A)	1	2.94
	No cubre el pozo (NA)	30	88.24
	Total general	34	100.00
P3: ¿Qué utiliza usted para sacar el agua del pozo?	Balde (A)	31	91.18
	Bomba manual (PA)	0	0
	Botella (NA)	3	8.82
	Total general	34	100.00
P4: ¿En dónde almacena el agua después de sacarla del pozo?	En baldes con tapa (A)	33	97.06
	En baldes sin tapa (PA)	1	2.94
	Frascos de plástico (NA)	0	0
	Total general	34	100.00
P5: Ud., ¿Cómo consume el agua de pozo?	Hervida (A)	32	94.12
	Sin hervir (NA)	1	2.94
	Filtrada (PA)	1	2.94
	Total general	34	100.00
P6: ¿Cada cuánto tiempo limpia el pozo?	Una vez al mes (A)	29	85.29
	Cada 3 meses (PA)	5	14.71
	Una vez al año (NA)	0	0
	Total general	34	100.00
P7: ¿Qué utiliza para limpiar su pozo?	Cloro liquido comercial (A)	0	0
	Cloro en pastilla (PA)	0	0
	No utiliza ningún producto (NA)	34	100
	Total general	34	100.00

(A) = Adecuado (PA) = Poco adecuado, (NA) = No adecuado

En la tabla 6, se aprecia las preguntas y la frecuencia de respuestas, a las encuestas aplicadas a los usuarios del agua de consumo de pozos ubicadas naturalmente en las comunidades. En las preguntas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 respondieron que, tienen pozos aforados en 97.06 %, al cual se le califica como adecuado (A), no tienen protector los pozos 88.24 % esta es no adecuado (NA), sacan agua de los pozos con balde 92.18 % la misma que



adecuado (A), almacenan agua en baldes con tapa 97.06 % (A), consumen agua hervida en 94.12 % (A), una vez al mes limpian los pozos en 85.29 % (A) y no utilizan ningún producto para la limpieza de los pozos en 100.0 % este último posee una calificación no adecuado (NA); de los cuales, las respuestas de las preguntas 2 y 7 nos permite tipificar que los usuarios estarían exponiéndose al uso de agua que podría estar contaminado con diversos factores de riesgo por no practicar en colocar una tapa en el pozo para evitar contaminaciones; y no utilizar cloro para evitar el desarrollo de bacterias. Mientras en las 5 preguntas sobre actitudes las respuestas son de calificación adecuado (A), que con esas actitudes están previniendo contaminaciones para una buena salubridad de los usuarios de este líquido vital para la vida.

La participación en capacitaciones, permite a las personas aprender y utilizar en las actividades cotidianas las practicas aprendidas y que hay algo más de lo que se percibe en el conocimiento sensible y conceptual; de ahí es que, la inteligencia es una facultad real de nuestro ser que permite separar las formas existentes en la realidad. En este sentido nos damos cuenta que no todo lo que se ve o se imagina es completamente entendido, por tanto, se generan preguntas, que permitan ver las cosas desde afuera; y que la imaginación, conjuntamente con la experiencia acumulada, no son suficiente para transferir esa reflexión (Soria 2016).



V. CONCLUSIONES

Los valores de arsénico en el agua de pozos artesanales de la comunidad de Hanansaya fue de 0.0296 mg de As/lit y en la comunidad de Pumatalla mostraron 0.0265 mg de As/lit de agua de consumo humano. En pozos de ubicación bofedal reflejan 0.0212 mg de As/lit y de ubicación seco 0.0358 mg de As/lit de agua.

En la evaluación del grado de conocimiento sobre contaminación con arsénico, respondieron el 43.58 % de que sí conoce de 34 encuestados, y en el manejo del agua de consumo muestran que practican actitudes positivas.



VI. RECOMENDACIONES

Las instituciones como el gobernador de la Región a través de la oficina de Energía y Minas, las oficinas del medio ambiente y zoonosis debe considerarse presupuestos para programas de educación sanitaria en salud pública con la finalidad de fortalecer capacidades en la población sobre este factor de riesgo que es la contaminación con arsénico.

Implementar estrategias de monitoreo de pozos del agua de consumo humano y diseñar investigaciones en el estudio de análisis del suelo, forraje y flora acuática en las comunidades.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abollino, O., Aceto, M., Malandrino, M., Mentaste, E., Sarzanini, C. and Barberis, R. 2002. Distribution and Mobility of Metals in Contaminated Sites. Chemometric Investigation of Pollutant Profiles. *Environmental Pollution*, 119: 177.
- Acosta, N.M., Castilla, Y. y Cortes, M. Identificación de riesgos químicos asociados al consumo de leche cruda bovina en Colombia. Ministerio de salud y Protección Social. Unidad de Evaluación de Riesgos para la Inocuidad de los Alimentos. 1 ed. Bogotá (Colombia): Instituto Nacional de Salud, 2011, 248 p
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM). (2013). La toxicidad del arsénico.
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) (2007). Reseña Toxicológica del Plomo (versión actualizada). Recuperado de http://www.atsdr.cdc.gov/es/csem/plomo/es_pbplomo.html
- Alonso Díaz D. A. (2013). Contenidos máximos en metales pesados en productos alimenticios. Unión Europea Revisión, Octubre 2013.
- Arnous O.M, Hassan A.A.M. (2015). Heavy metals risk assessment in water and bottom sediments of the eastern part of Lake Manzala, Egypt, based on remote sensing and GIS. *Arabian Journal of Geosciences*, 8, (10), pp. 7899-7918. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12517-014-1763-6>
- Arias, F. (2012). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica (6° Edición ed.). Caracas: Editorial Episteme.
- ATSDR. 2015. The Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, GA. <http://www.atsdr.cdc.gov/>, 2013 Accessed Sept 29.



- Ayala Armijos, J. & H. Romero Bonilla. (2013). Presencia de metales pesados (Arsénico y Mercurio) en leche de vaca al sur de Ecuador. 17, 36-34. (2015) La granja. 17, 36-46).
- Badillo D.C. (2016). Determinación de la presencia de arsénico en leche cruda producida en la parroquia de Machachi (Tesis de pregrado).
- Bárcena. N.R. (2011). Determinación de metales Tóxicos en la Leche de Ganado Bovino en el Ámbito de la Microcuenca lechera de Umachiri – Puno.
- Baró Rodríguez, L., Lara Villoslada, F. y Corral Román, E. (2010). Leche y derivados lácteos. Tratado de Nutrición. Tomo II. 2a ed. (pp. 3 - 8). Madrid: Médica Panamericana D. L.
- Berg M., Tran H. C., Nguyen T. C. (2001). “La contaminación por arsénico de las aguas subterráneas y el agua potable en Vietnam: una amenaza para la salud humana”.
- Bournod, L. y Cabezas, E. (2010). “Composición química de arsénico” en España. Welch A. H., Westjohn D. B., Helsel D. R., Wanty R. B. (2000). “Arsénico en el agua subterránea de los Estados Unidos: ocurrencia y geoquímica. Agua Subterránea, Pág. 38, 589, 604”.
- Bundschuh, J., Nath, B., Bhattacharya, P., Liu, C. W., Armienta, M. A., Moreno López, M. V., ... Filho, A. T. (2012). Arsenic in the human food chain: The Latin American perspective. Science of the Total Environment, 429, 92–106. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.09.069>
- Buck WB (2003). Toxicología Veterinaria Clínica (Spanish Edition) (Spanish) Paperback – October, 2003. Publisher: Acribia, Zaragoza.
- Burger, M., & Pose, D. (2010). Plomo Salud y Ambiente Experiencia en Uruguay. Montevideo-Uruguay.



- Britto, L. (2013). *La Ciencia: Fundamentos y Método*. Caracas: Ediciones de la Universidad Bolivariana de Venezuela.
- Calderón Salinas, J. V. y Maldonado Vega, M. (2008). *Contaminación e intoxicación por plomo*. 1ª ed. México: Trillas.
- Chary, N.S., Kamala, C.T., Suman, D.S., 2008. Assessing risk of heavy metals from consuming food grown on sewage irrigated soils and food chain transfer 69, 513–524. doi:10.1016/j.ecoenv.2007.04.013
- Chakraborti, D., Rahman, M. M., Das, B., Sengupta, M. K., Hossain, A., Samanta, G., & Roy, M. M. (2017). Groundwater arsenic contamination and its health effects in India, 1165–1181. <https://doi.org/10.1007/s10040-017-1556-6>
- Chata A. (2015) *Presencia de Metales Pesados en Agua y Leche en la cuenca del río Coata*. Puno-Perú.
- Codex. (1995). *codex standard for contaminants and toxins in food and feed*. Codex stan.
- Combariza, B.D.A. 2009. *Contaminación por Metales Pesados en el embalse del Muña y su relación con los niveles en sangre de Plomo, Mercurio y Cadmio y alteración de salud en los habitantes del municipio de Sibaté (Cundinamarca)* pp.1– 115. Trabajo de Maestría, Universidad Nacional de Colombia.
- De Meyer, C. M. C., Rodríguez, J. M., Carpio, E. A., García, P. A., Stengel, C., & Berg, M. (2017). Arsenic, manganese and aluminum contamination in groundwater resources of Western Amazonia (Peru). *Science of the Total Environment*, 607–608, 1437–1450. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.059>
- De Haro, M. (2012). *Novedades Docentes en El EEES*. Madrid: Editorial Visión Libros.
- Díaz, J. (2003). *Modelo de la gestión del conocimiento (GC) aplicado a la Universidad Pública en el Perú*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.



- Díaz A. (2013). Contenidos máximos en metales pesados en productos alimenticios. Unión Europea. Consultado en Octubre 2013.
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). (2008). Recursos Hídricos que Superan por lo Menos en un Parámetro el Valor Límite de La Ley General de Aguas D. L. N° 17752. Enero a Agosto del 2008. Ministerio de Salud, 2008
- Finol de Franco, M., & Camacho, H. (2008). El Proceso de Investigación Científica. Estado Zulia: Editorial de La Universidad del Zulia.
- Flores R. y Pérez E. (2009). Tesis para optar al título profesional de Químico Farmacéutico: “Determinación de arsénico, por absorción atómica, en agua de consumo humano proveniente de SEDAPAL, de cisterna y de pozo del distrito de Puente Piedra”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.
- George, C. M., Sima, L., Arias, M. H. J., Mihalic, J., Cabrera, L. Z., Danz, D., ... Gilman, R. H. (2014). Arsenic exposure in drinking water: an unrecognized health threat in Peru. *Bulletin of the World Health Organization*, 92(8), 565–572. <https://doi.org/10.2471/BLT.13.128496>
- Ghosh, A., S. Majumder, M. A. Awal & D. R. Rao (2013). Arsenic Exposure to Dayri Cows in Bangladesh. 64, 151-159.
- Gihring, T. M., Druschel, G. K., McCleskey, R. B., Hamers, R. J., & Banfield, J. F. (2001). Rapid arsenite oxidation by *Thermus aquaticus* and *Thermus thermophilus*: Field and laboratory investigations. *Environmental Science and Technology*, 35(19), 3857–3862. <https://doi.org/10.1021/es010816f>
- Gonzales, R. (2009). Metales pesados en carne y leche de vacunos y certificación para la Unión Europea. *Revista Colombiana de Ciencias Agropecuarias*. Universidad de León, España. Disponible en: <http://rccp.udea.edu.co>. 22:3.



- Gonzales L. (2105). Determinación de la concentración de plomo y arsénico en agua para consumo animal y en leche cruda en cuatro ganaderías de El Salvador (Tesis de pregrado). Universidad de El Salvador.
- Gómez Guardado, B. (2013). Lateralidad cerebral y zurdería: Desarrollo Y Neuro-Rehabilitación. Bloomington: Palibrio.
- Gómez, V., & Palafox, G. (2014). Ética: La persona y la generación de riqueza en la empresa. México, D.F.: Grupo Editorial Patria.
- Granda Enríquez K. (2014). Consumo de agua segura en familias del barrio 24 de septiembre que acuden al S.C.S rayito de luz de Machala durante el segundo trimestre. P.S Rayito de Luz, Colombia.
- Gu Y. G., Li Q. S., Fang J. H., He B. Y., Fu H. B. y Tong Z. J. (2014). Identification of heavy metal sources in the reclaimed farmland soils of the Pearl River estuary in China using a multivariate geostatistical approach. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 105(1), 7–12. doi:10.1016/j.ecoenv.2014.04.003
- Guillen Paredes, R. y Medina Matus, S. A. (2012). Determinación de plomo en leche de ganado bovino en el cantón Sitio del niño, municipio de San Juan Opico, El Salvador. Tesis de Ingeniería no publicada, Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Agronómica. Departamento de Medicina Veterinaria, San salvador, El Salvador.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. México D.F.: McGraw-Hill.
- Infante L., Palomino S. (1994). Cuantificación Espectrofotométrico de Arsénico en Aguas de Consumo Humano en la Vertiente del Rio Rímac. Para optar al título profesional de Químico Farmacéutico: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; Lima.



- Kabata-Pendias A. Agricultural problems related to excessive trace element contents of soils. Salomons W, Mader P, Förstner U. (Eds), Pathway, Impact Eng. Asp. Met. Polluted Sites. Springer. 1995: 3–18.
http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-79316-5_1. Accessed Jun 23.
- Kastenmayer P. (1995) Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. Depósito de Documentos de la FAO, Departamento de Agricultura.
- Kim, J., & Benjamin, M. M. (2004). Modeling a novel ion exchange process for arsenic and nitrate removal. *Water Research*, 38(8), 2053–2062.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2004.01.012>
- Licata, P., Trombetta, D., Cristani, M., Giofrè, F., Martino, D., Calò, M., Naccari, F., Levels of “toxic” and “essential” metals in samples of bovine milk from various dairy farms in Calabria, Italy. *Environment International*, 2004. 30(1): p. 1-6.
- Mamani, W. (2019). Determinación de la concentración de arsénico (as) total en las aguas subterráneas de pozos tubulares en el distrito de Juliaca y medidas de mitigación. Tesis doctoral em ciencias y tecnologías medioambientales. UNSA. Arequipa.
- Ministerio de Salud (MINSA). (2010). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Diario Oficial El Peruano, Decreto Supremo N° 031- 2010-SA, 26 Setiembre 2010
- Molina, C., Ibañez, C. y Gibon, F.M. (2013). Proceso de biomagnificación de metales pesados en un lago hiperhalino (Poopó, Oruro, Bolivia): posible riesgo en la salud de consumidores. *Ecología*, 47(2), 2013, p. 99-118.
- Morosini, P. (2014). Las siete llaves de la imaginación. Madrid: LID Editorial. Nieto, S., &



- Nava Ruiz, C. & M. Mendez-Armeta; (2011). Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio) 16, 140-147 (2017a). Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio) 16, 140-147 (2017b). Neurotoxic effects of heavy metals cadmiun, lead arsenic and talium.16, 140-147.
- NSO (Norma Salvadoreña Obligatoria): NSO.67.01.01:06 (20 – 06 - 2008). Productos lácteos. Leche cruda de vaca. Especificaciones (Primera actualización). Diario Oficial, Torno 189 N°380.
- Pareja, R. (2013). El Hombre Multidimensional vive en la Realidad Multidimensional. Bloomington: Palibrio.
- Pérez, R., Galán, A., & Quintanal, J. (2012). Métodos y diseños de investigación en educación. Madrid: Editorial UNED
- Pérez Carrera A. (2006). Taller de distribución del As en Iberoamérica, Arsénico en agua de bebida animal y alimentos de origen bovino. Buenos Aires Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Buenos Aires.
- Pineda, H.R. (2004). Presencia de Hongos Micorrízicos Arbusculares y Contribución de Glomus Intraradices en la Absorción y Translocación de Cinc y Cobre en Girasol (*Helianthus Annuus L.*) Crecido en un Suelo Contaminado con Residuos de Mina. Tesis para Obtener el Grado de Doctor en Ciencias Universidad de Colima. Tecoman, Colima.
- RCE (REGLAMENTO (CE), No 1881/2006 DE LA COMISIÓN. (2006). Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.
- Rodríguez Fuentes, H., Sánchez Alejo, E., Rodríguez Sánchez, M., Vidales Contreras, J. A., Karim Acuña, A. y Martínez Turanzas, G. (2005). Metales pesados en leche cruda de bovino. Recuperado de: <http://www.respyn.uanl.mx/vi/4/articulos/metales.html>.



- Rodríguez, M. (2010). Investigación y evaluación educativa en la sociedad del conocimiento. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- Shakoor, M. B., Nawaz, R., Hussain, F., Raza, M., Ali, S., Rizwan, M., ... Ahmad, S. (2017). Human health implications, risk assessment and remediation of As-contaminated water: A critical review. *Science of the Total Environment*, 601–602, 756–769. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.223>
- Sancha A, (1997). Estudio de Caso: Contaminación por Arsénico en la Norte de Chile y su Impacto en el Ecosistema y la Salud Humana. Proyecto FONDEF/CONICYT/U. de Chile (1994-1997).
- Sanín, L. et al., (1998). Acumulación de plomo en hueso y sus efectos en la salud. *Salud Pública de México*, 40(4). Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10640409>. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0036-36341998000400009>.
- Smedley, P. L., & Kinniburgh, D. G. (2002). A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters, 17, 517–568.
- Sosa, J. (2011). Calidad del Agua Potable de la Ciudad de Tacna. DIGESA-Tacna, 07 Febrero 2011.
- Soria, E. (2016). Técnicas de estudio eficaces. Madrid: Mestas Ediciones.
- Smith A., Lingas E., Rahman M., (2000). Contamination of drinking-water by arsenic in Bangladesh: a public health emergency. *Bulletin of the World Health Organization*, 2000, 78 (9), pp 1093 1103.
- Singh A., Sharma R. K., Agrawal M. y Marshall F. M. (2010). Risk assessment of heavy metal toxicity through contaminated vegetables from waste water irrigated area of Varanasi, India. *Tropical Ecology*, 51(2 SUPPL.), 375–387. doi: 10.1016/j.fct.2009.11.041



- Tapia Mieles, M. A. (2013). Programa de promoción del consumo de agua segura en la parroquia Colón del cantón Portoviejo Año 2012.
- Ticona, M., Tejada, E., Vargas, h. (2012). Contaminación del agua potable con arsénico y frecuencia del cáncer en la ciudad de Tacna 2010-2011. *Revista Médica Basadrina*. 6(1): 4-6
- Unión Europea. (2016). Contenidos máximos en metales pesados en productos alimenticios. Recuperado de: <http://plaguicidas.comercio.es/MetalPesa.pdf>
- Vázquez A.A., Justin C.L., Siebe C., Alcántar G.G. (2001). De La Isla De Bauer MDL. Cadmio, níquel y plomo en agua residual, suelo y cultivos en el valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Agrociencia* 2001; 35:267-274.
- Vázquez, A. (2011). *El cambio como constante histórica*. Alicante: Editorial Club Universitario.
- WHO, (2011). *Guidelines for Drinking-Water Quality*. 4th ed. (Geneva).
- Zarzo, E. (2016). *Memoria retórica y experiencia estética*. Retórica, Estética y Educación. Madrid: Dykinson.
- Zhang, Q. L., Lin, Y. C., Chen, X., & Gao, N. Y. (2007). A method for preparing ferric activated carbon composites adsorbents to remove arsenic from drinking water. *Journal of Hazardous Materials*, 148(3), 671–678. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.03.026>
- Zhang, Y., Cao, W., Wang, W., & Dong, Q. (2013). Distribution of groundwater arsenic and hydraulic gradient along the shallow groundwater flow-path in Hetao Plain, Northern China. *Journal of Geochemical Exploration*, 135, 31–39. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2012.12.004>
- Zhang, Z., Wang, J. J., Ali, A., & DeLaune, R. D. (2016). Heavy metal distribution and water quality characterization of water bodies in Louisiana's Lake Pontchartrain



Basin, USA. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(11).

<https://doi.org/10.1007/s10661-016-5639-y>

Zouboulis, A., & Katsoyiannis, I. (2002). Removal of arsenates from contaminated water by coagulation-direct filtration. *Separation Science and Technology*, 37(12), 2859–2873. <https://doi.org/10.1081/SS-12000547>



ANEXOS

	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS	
---	---	---

INFORME DE ENSAYO

Nº 071-2021

Cliente	CRISTHIAN CHOQUENAIRA CONDORI
Dirección del cliente	Jr. Cancharani PUNO
Referencia USAQ	070-01/34
Denominación de la muestra	Aguas superficiales
Fecha de recepción	20/03/2021
Fecha de análisis	22/03/2021
Fecha de emisión de informe	23/04/2021
Características de muestra.	Muestras de aguas superficiales

Referencia USAQ	Determinación o Parámetro	Especificación	Resultado	Unidades
070-01	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Bofedal	0.027	ppm
070-02	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Bofedal	0.013	ppm
070-03	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Bofedal	0.022	ppm
070-04	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Bofedal	0.016	ppm
070-05	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Bofedal	0.021	ppm
070-06	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Bofedal	0.031	ppm
070-07	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Bofedal	0.029	ppm
070-08	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Bofedal	0.012	ppm
070-09	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Bofedal	0.033	ppm
070-10	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Secano	0.042	ppm
070-11	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Secano	0.035	ppm
070-12	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Secano	0.038	ppm

Limites de detección y Métodos

Determinación o parámetro	Límite de detección	Método
Arsénico	0.002 ppm	USAQ-ME-04 AAS


 PERCY YAQUE LÓPEZ MARILLUZ
 QUÍMICO
 CQP. 876

RESPONSABLE DE LABORATORIO



	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS</p>	
---	--	---

INFORME DE ENSAYO N° 071-2021

Cliente	CRISTHIAN CHOQUENAIRA CONDORI
Dirección del cliente	Jr. Cancharani PUNO
Referencia USAQ	070-01/34
Denominación de la muestra	Aguas superficiales
Fecha de recepción	20/03/2021
Fecha de análisis	22/03/2021
Fecha de emisión de informe	23/04/2021
Características de muestra.	Muestras de aguas superficiales

Referencia USAQ	Determinación o Parámetro	Especificación	Resultado	Unidades
070-13	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Secano	0.043	ppm
070-14	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Secano	0.037	ppm
070-15	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Secano	0.035	ppm
070-16	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Secano	0.029	ppm
070-17	Arsénico	Comunidad Hanansaya Collana, Zona Secano	0.041	ppm
070-18	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Bofedal	0.015	ppm
070-19	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Bofedal	0.018	ppm
070-20	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Bofedal	0.017	ppm
070-21	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Bofedal	0.022	ppm
070-22	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Bofedal	0.025	ppm
070-23	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Bofedal	0.017	ppm
070-24	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Bofedal	0.019	ppm

Limites de detección y Métodos

Determinación o parámetro	Limite de detección	Método
Arsénico	0.002 ppm	USAQ-ME-04 AAS


 PERCY YAQUE LÓPEZ MARILUZ
 QUÍMICO
 CQP. 876
RESPONSABLE DE LABORATORIO



	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS</p>	
---	--	---

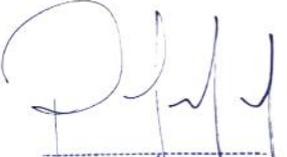
INFORME DE ENSAYO N° 071-2021

Cliente	CRISTHIAN CHOQUENAIRA CONDORI
Dirección del cliente	Jr. Cancharani PUNO
Referencia USAQ	070-01/34
Denominación de la muestra	Aguas superficiales
Fecha de recepción	20/03/2021
Fecha de análisis	22/03/2021
Fecha de emisión de informe	23/04/2021
Características de muestra.	Muestras de aguas superficiales

Referencia USAQ	Determinación o Parámetro	Especificación	Resultado	Unidades
070-25	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Bofedal	0.024	ppm
070-26	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Bofedal	0.021	ppm
070-27	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Secano	0.033	ppm
070-28	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Secano	0.041	ppm
070-29	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Secano	0.037	ppm
070-30	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Secano	0.027	ppm
070-31	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Secano	0.029	ppm
070-32	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Secano	0.031	ppm
070-33	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Secano	0.033	ppm
070-34	Arsénico	Comunidad Pumathalla, Zona Secano	0.042	ppm

Limites de detección y Métodos

Determinación o parámetro	Limite de detección	Método
Arsénico	0.002 ppm	USAQ-ME-04 AAS


 PERCY YAQUE LÓPEZ MARILLIZ
 QUÍMICO
 CQP. 876
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Anexo 1: ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA ARSÉNICO EN AGUA DE CONSUMO HUMANO EN POZOS ARTESANALES

Variable N R² R² Aj CV
ug/L 34 0.67 0.63 19.91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	1.9E-03	3	6.3E-04	20.10	<0.0001
Comunidad	8.3E-05	1	8.3E-05	2.66	0.1136
zona	1.8E-03	1	1.8E-03	57.64	<0.0001
Comunidad*zona	5.0E-07	1	5.0E-07	0.02	0.9002
Error	9.4E-04	30	3.1E-05		
Total	2.8E-03	33			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00392

Error: 0.0000 gl: 30

<u>Comunidad</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
Pumatalla	0.03	17	1.4E-03 A
Hanasanya collana	0.03	17	1.4E-03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00392

Error: 0.0000 gl: 30

<u>zona</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
Bofedales	0.02	18	1.3E-03 A
secano	0.04	16	1.4E-03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



Anexo 2: GRADO DE CONOCIMIENTO DEL CONSUMO DE AGUA EN FAMILIAS DE LAS COMUNIDADES DEL DISTRITO DE KUNTURKANKI - CANAS – CUSCO.

Fecha:...../...../.....Sector:.....

Comunidad:.....Familia:.....

Integrantes de la familia, total:.....

Marcar con (X) en el recuadro al lado izquierdo (□), la respuesta correcta que convenga.

A) Preguntas Actitudinales.

P1: ¿Qué tipo de pozo tiene usted?

- Artesanal
- Tubular
- Aforado

P2: ¿Qué utiliza para cubrir su pozo?

- Calamina
- Madera
- No cubre el pozo

P3: ¿Qué utiliza usted para sacar el agua del pozo?

- Balde con soga
- Bomba manual
- Botella

P4: ¿En dónde almacena el agua después de sacarla del pozo?

- En baldes con tapa
- En baldes sin tapa
- Frascos de plástico

P5: Ud., ¿Como consume el agua de pozo?

- Hervida
- Sin hervir
- Filtrada

P6: ¿Qué tratamiento debe hacerse el agua con arsénico?

- Purificando el agua por Coagulación - Filtración
- Haciendo hervir el agua
- Filtrando el agua

P7: ¿Cada cuánto tiempo limpia el pozo?

- Una vez al mes
- Cada 3 meses
- Una vez al año

P8: ¿Qué utiliza para limpiar su pozo?

- Cloro líquido comercial
- Cloro en pastilla
- No utiliza ningún producto

B) Preguntas de Conocimiento

P9: ¿Para usted, que es el arsénico?

- Un metal pesado
- Un plaguicida
- Un desinfectante

P10: ¿Dónde cree que se encuentra el arsénico?

- El agua
- En aparatos electrónicos
- En el aire

P11: ¿Sabe Ud., ¿cómo nos contaminamos con el arsénico?

- Consumiendo agua ó alimentos con presencia de arsénico



- Consumir alimento contaminado
 - No sé
- P12: ¿Qué podría causar en nuestra salud por el consumo del agua con arsénico?
- Cáncer de piel, pulmón e hígado
 - Alergias
 - Trastornos neurotóxicos
- P13: ¿Qué síntomas aparece por la intoxicación crónica por consumir crónica con arsénico?
- Cáncer
 - Vomito, dolor abdominal y nauseas
 - Tos y fiebre
- P14: ¿Qué síntomas aparece por la intoxicación agudo por consumir agua con arsénico?
- Dérmicos
 - Cardiovascular y respiratorio
 - Calambres musculares
- P15: ¿Cuáles son los parámetros de calidad del agua que consumo?
- Medida de concentración de un elemento físico, químico o biológico.
 - Medida de concentración de parásitos.
 - Medida de concentración de la turbidez del agua.
- P16: ¿Cuál es el valor máximo permisible de arsénico en el agua de consumo?
- 0.01 miligramos de Arsénico / litro
 - 0.05 miligramos de Arsénico / litro
 - 0.10 miligramos de Arsénico / litro
- P17: ¿Conoce la entidad que brinda servicios sobre la calidad del agua de consumo?
- ANA
 - Jass
 - Emsapal Sicuani
- P18: ¿Que actividades del hombre contribuye a la contaminación del agua subterránea?
- Comercio de alimentos contaminados.
 - La industria metalúrgica, tintes y pesticidas.
 - Comercio de material reciclado

FOTOGRAFÍAS

Anexo 3: Toma de muestra de agua



Anexo 4: Conservación de muestras recolectadas.



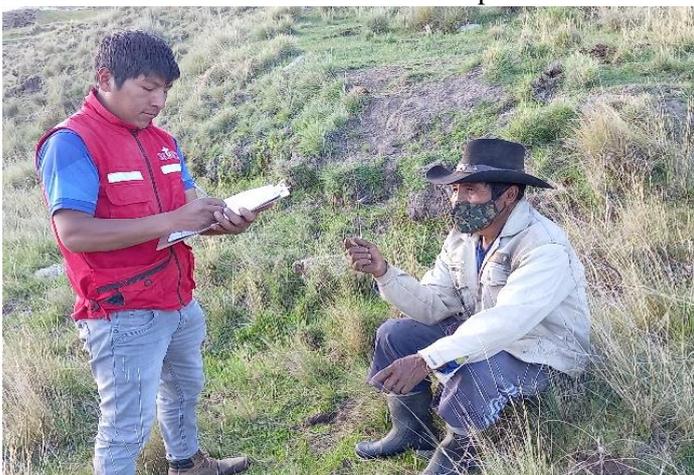
Anexo 5: Abastecimiento de agua para preparar alimentos de pozos artesanales.



Anexo 6: Abastecimiento de agua para preparar alimentos de pozos artesanales.



Anexo 7: Encuesta a los usuarios de los pozos.



Anexo 8: Encuesta a la usuaria de los pozos.



Anexo 9: Encuesta a la usuaria de los pozos

